АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ





СПЕЦИАЛЬНОСТЬ «АРХИТЕКТУРА»

Редакционная коллегия:

Ауров В.В. (ответственный секретарь)
Дыховичный Ю.А.
Ефимов А.В.
Кудрявцев А.П. (главный редактор)
Лежава И.Г.
Мамлеев О.Р.
Некрасов А.Б.
Подольский В.И.
Санкина Л.Л.
Степанов А.В. (заместитель главного редактора)
Тальковский В.Г.
Швидковский Д.О.
Щенков А.С.

АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Стереотипное издание

Под редакцией З.А. Казбек-Казиева

Допущено УМО по образованию в области аритектуры
в качестве учебного пособия по направлению 630100 «Архитектура»



Москва
Архитектура-С
2006

scan: The Stainless Steel Cat

УДК 725
ББК 85.11
А 87

А 87 Архитектурные конструкции / З. А. Казбек-Казиев, В. В. Беспалов, Ю. А, Дыховичный и др.; Под ред. З. А. Казбек-Казиева: Учеб. для вузов по спец. «Архитектура.—М.: «Архитектура-С», 2006. — 344 с., ил.

ISBN 5-9647-0086-1

В учебнике изложены основы проектирования несущих и ограждающих конструкций одно- и многоэтажных гражданских и промышленных зданий. В отличие от ранее изданной учебной литературы учебник ориентирован на подготовку архитекторов широкого профиля. Излагаются системы несущих остовов и устройство несущих и ограждающих конструкций из разных материалов с выявлением особенностей их применения в гражданском и промышленном строительстве.

ББК 85.11
УДК 725

ISBN 5-9647-0086-1

© Издательство «Архитектура-С», 2006
© З.А. Казбек-Казиев, В.В. Беспалов, Ю.А. Дыховичный, В.Н. Карцев, Т.И. Кириллова, О.В. Коротко, А.И. Попов, А.А. Савченко, Ю.Л. Соноцько, 2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Архитектурные конструкции» освещает современное состояние строительства гражданских и производственных зданий в объеме, соответствующем программе курса, для студентов, обучающихся по специальности «Архитектура». Излагаемый курс является составной частью комплексного учебника по этой специальности и знакомит будущих архитекторов с основами строительного искусства, с отдельными изделиями и конструктивными элементами, составляющими здания или их отдельные части, с назначением и взаимосвязью конструктивных элементов, с их ролью в архитектурных решениях, с требованиями, предъявляемыми к элементам зданий при учете конкретных условий их эксплуатации.

В настоящее время программы архитектурных вузов включают комплексное проектирование, т. е. в процессе обучения студенты решают архитектурные задачи в комплексе со смежными техническими дисциплинами, закрепляя полученные знания в курсовых работах, выполненных на основе «своего» архитектурного проекта. Предмет «Архитектурные конструкции» наиболее тесно связан с профилирующей дисциплиной — архитектурным проектированием—на всех курсах обучения. Полученные знания помогают студенту принять конструктивно обоснованные архитектурные решения и реализовать их в курсовых работах — в конкретных строительных чертежах, являющихся продолжением архитектурного проекта.

В подчинении задачам комплексного проектирования, требующим изучения архитектурных конструкций применительно к тематике профилирующей дисциплины — архитектурного проектирования, весь курс разбит на три больших раздела: малоэтажное строительство жилых зданий; одноэтажные производственные и общественные здания средних и больших пролетов; многоэтажные гражданские и производственные здания. При изучении курса предполагается, что студент должен уметь самостоятельно пользоваться справочно-информационной литературой (справочниками, каталогами и др.), в которой приведены развернутые знания о конструктивных элементах.

Книга написана коллективом авторов кафедры «Архитектурные конструкции» МАрхИ: В. В. Беспаловым — гл. III, IV, V; Ю. А. Дыховичным — гл. XIV (§ 1, 2, 4 совместно с З. А. Казбек-Казиевым), XV, XVII, XVIII (§ 1); З. А. Казбек-Казиевым — гл. I, II, IX, X, XI (совместно с А. Н. Поповым), гл. XVI; В. Н. Карцевым — гл. XVIII (§ 2), XXV, XXVI; Т. И. Кирилловой— гл. VIII, XX, XXII, XXIII, XXIV; О. В. Коретко — гл. XIII (§ 3), XIX, XXI; А. А. Савченко — гл. VI, VII; Ю. Л. Сопоцько — гл. XII (§ 1 ... 7 с участием З. А. Казбек-Казиева); Ю. Л. Сопоцько и А. Н. Поповым — гл. XIII (§ 1, 2).

Авторы приносят глубокую благодарность кафедре архитектуры ВЗИСИ (зав. каф. проф. Н. Н. Миловидов), проф., д-ру техн. наук Г. Г. Маклаковой за ценные замечания и рекомендации, высказанные при рецензировании книги, а также приносят благодарность ассистенту А. С. Семенову за помощь при подготовке рисунков.

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Приступая к изучению курса, будущие архитекторы должны иметь в виду, что их творческие замыслы могут реализовываться только в материальной форме — в изделиях и конструкциях (частях зданий), выполненных из конкретных строительных материалов. От того, в каком материале выполнено здание — в дереве или камне, в металле или железобетоне, — зависят и архитектурный облик, и конструктивные решения, и стоимость, и условия, и сроки эксплуатации этого здания. Все это взаимосвязано.

Студенту-архитектору важно усвоить методологию подхода к применению достижений научно-технического прогресса в архитектурном творчестве, выявить взаимосвязь между принятыми конструкциями и воздействиями на здания (силового и несилового характера), условиями эксплуатации зданий и их элементов, требованиями к этим элементам и способами удовлетворения этих требований при сохранении превалирующей роли функционально-художественных начал. Таким образом, задачи предмета «Архитектурные конструкции» состоят в обучении проектированию архитектурно-строительной части зданий и составляющих их элементов, без рассмотрения конструирования и расчета этих элементов (балок, ферм, элементов каркаса и т. п.), что составляет содержание курса «Инженерные конструкции».

«Архитектура, — по словам видного советского архитектора А. Бурова, — искусство не изобразительное, а созидательное». Созидание всегда основано на знании, в том числе на знании основ строительного искусства, что всегда было неотъемлемой частью профессии зодчего. Оно помогает ему не

только решать самые сложные творческие задачи в процессе проектирования, но и доводить свой проект до полной реализации в натуре.

При этом вовсе не достаточно уметь технически грамотно применять те или иные методы и решения, но очень важно применять их целесообразно, соответственно принятым объемно-планировочным и художественным решениям. В этом особенность деятельности современного зодчего. Профессиональная творческая деятельность будущего архитектора связана и с зарождением проекта нового здания или сооружения и с его воплощением в натуре. В какой степени художественный замысел получит технически грамотное и целесообразное материальное воплощение, — во многом зависит от того, насколько глубоко и прочно уяснил себе будущий зодчий значение и роль материальной основы зодчества в современном индустриальном строительстве.

I РАЗДЕЛ
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

I Глава. Общие сведения

I.1. Здания и их элементы, основные понятия и определения

Здания — это наземные сооружения, имеющие внутреннее пространство, предназначенное для проживания, труда, удовлетворения тех или иных нужд человека и общества (жилые дома, производственные корпуса, клубы, больницы и т. п.). Термин «здание», неприменим к наземным сооружениям, не имеющим такого внутреннего пространства (мостам, транспортным эстакадам, градирням и т. п.), а также ко многим подземным и подводным сооружениям (тоннелям, плотинам и т. п.). Эти постройки носят название инженерных сооружений или, для краткости, просто сооружений. К ним относятся также и формально похожие на здания многоярусные «этажерки» промышленных предприятий, предназначенные для периодического обслуживания технологического оборудования, водонапорные башни и другие подобные сооружения.

Внутреннее пространство зданий чаще всего расчленено на отдельные помещения — часть внутреннего объема здания, огражденная со всех сторон. Совокупность всех таких помещений, полы которых расположены на одном уровне, образуют этаж здания. Отдельные этажи имеют определенное название (рис. I.1):

подвал — этаж, полностью или большей своей частью заглубленный в землю (называют также «подвальный этаж»);

полуподвальный, или *цокольный*,— этаж, уровень пола которого заглублен от уровня тротуара или отмостки не более чем на половину высоты помещения;

надземный — этаж (первый, второй, третий и т. п.), расположенный выше уровня земли;

чердачный (или чердак) — этаж, расположенный между крышей и перекрытием над последним этажом здания (так называемым «чердачным перекрытием»);

мансардный (или мансарда) — этаж, выгороженный внутри чердачного пространства, образованного скатной крышей, и предназначенный для размещения жилых или подсобных отапливаемых помещений; площадь горизонтальной части потолка таких помещений должна быть не менее 50 % площади пола, а высота стен до низа наклонной части потолка — не менее 1,6 м);

технический — этаж, предназначенный для размещения инженерного оборудования и прокладки коммуникаций. Может быть расположен в нижней (техническое подполье), верхней (технический чердак) или в средней части здания, а также над проездами, над первым общественным этажом жилого дома и т. п.; в производственных зданиях необходимость и места размещения технических этажей устанавливаются главным образом требованиями технологического процесса. Высота технических этажей зависит от вида оборудования и коммуникаций с учетом условий эксплуатации; в мес-

тах прохода обслуживающего персонала высота в чистоте $h \geqslant 1{,}9$ м.

Все эти и другие помещения являются элементами объемно-планировочной структуры здания. Материальную же оболочку здания составляют взаимосвязанные *конструктивные элементы* — самостоятельные части или элементы здания, каждый из которых имеет свое определенное назначение: стены, фундаменты, крыши и т. п. (рис. I.2). Конструктивные элементы либо слагаются из более мелких, заранее изготовленных элементов — строительных изделий, поставляемых на стройку в готовом виде (сборных плит, ступеней, кровельных изделий и т. п.), либо возводятся на месте из строительных материалов. В зависимости от величины строительные изделия бывают мелкоштучными (или просто штучными — их можно взять рукой, например кирпич), крупными и т. д.

Конструктивные элементы подразделяют на *несущие* и *ограждающие*. Такое подразделение связано с назначением этих элементов, с «условиями их работы» в структуре здания при восприятии тех или иных сочетаний нагрузок и воздействий, которым подвержено здание и его элементы как в ходе строительства, так и в процессе эксплуатации.

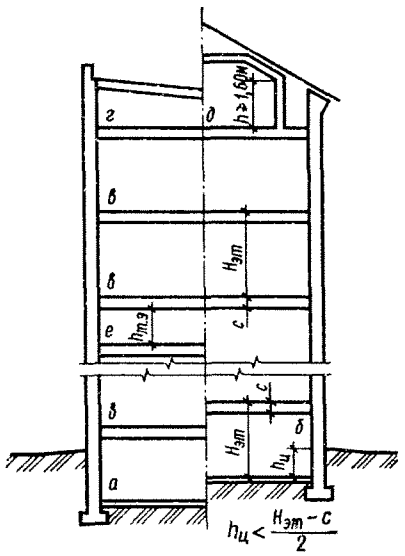


Рис. I.1. Расположение этажей зданий

Воздействия по своему характеру делятся на две группы: силовые и несиловые. К силовым (или механическим) относятся: нагрузки от собственной массы частей здания, от людей, мебели, оборудования, снеговых отложений, от давления ветра и т. п.

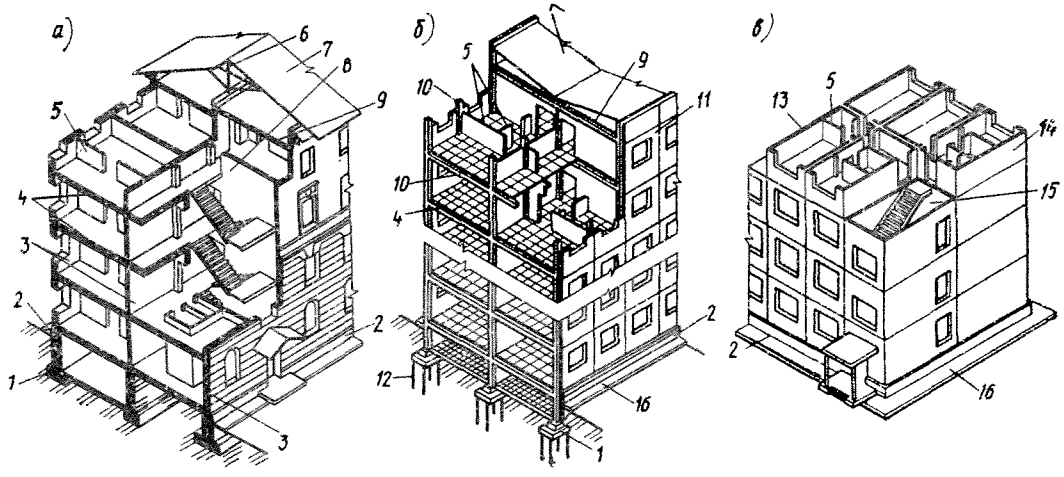


Рис. I.2. Основные элементы гражданских зданий:

а — старой постройки; *б* — каркасно-панельного современного; *в* — из объемных блоков; *1* — фундамент; *2* — цоколь; *3* — несущие продольные стены; *4* — междуэтажные перекрытия; *5* — перегородки; *6* — стропила крыши; *7* — кровля; *8* — лестничная клетка; *9* — чердачное перекрытие; *10* — ригели и колонны каркаса; *11* — навесные стеновые панели; *12* — сваи; *13—15* — объемные блоки (*13* — комнаты; *14* — санузлов и кухонь; *15* — лестничной клетки); *16* — отмостка

Воздействия несилового характера: атмосферные осадки; потоки тепла и влаги, вызванные разностями температур или разностями потенциалов влажности наружного и внутреннего воздуха; шум и вибрация, идущие извне или от соседних помещений, или вызванные работой инженерного оборудования; инфильтрация воздуха через неплотности и т. п.

Назначение несущих конструктивных элементов здания (или, как принято говорить, *несущих конструкций)* — воспринимать все виды нагрузок и воздействий силового характера, которые могут возникать в здании и передавать их через фундаменты на грунт.

Назначение ограждающих конструктивных элементов здания (или *ограждающих конструкций)* — изолировать пространство здания от внешней среды, разделять это пространство на отдельные помещения и защищать («ограждать») эти помещения и пространство здания в целом от всех видов воздействий несилового характера.

Примеры несущих конструкций: фундаменты, колонны, балки, и т. п.; ограждающих: перегородки, кровли, окна, двери и т. п. Многие конструктивные элементы являются одновременно и несущими и ограждающими — в них несущие и ограждающие функции совмещаются.

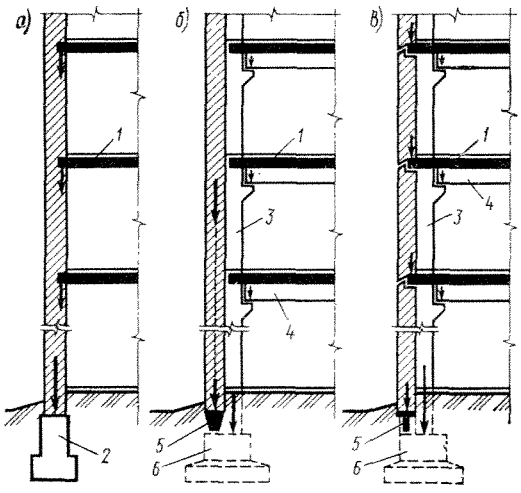


Рис. I.3. Виды наружных стен:

а — несущие; *б, в* — ненесущие — самонесущие (*б*) и навесные (*в*); *1* — плита перекрытия; *2* — ленточный фундамент; *3* — колонна; *4* — ригель; *5* — фундаментная балка; *6* — столбчатый фундамент

Наиболее характерным примером такого совмещения функций являются наружные и внутренние *несущие стены,* которые одновременно могут являться и ограждающими конструкциями и вертикальными опорами для размещаемых на них горизонтальных конструктивных элементов. Если стены выполняют только ограждающие функции, их называют ненесущими. При этом различают *самонесущие* стены и *навесные.* К первым относят стены высотой в один или несколько этажей, опирающиеся на фундамент и передающие ему вертикальные нагрузки только от их собственной массы. Навесными называют стены, расчлененные на отдельные элементы и навешиваемые на несущие вертикальные или горизонтальные конструкции зданий (рис. I.3).

Другой тип вертикальных несущих конструкций — отдельно стоящие вертикальные опоры. Так называют вертикальные опоры, один размер которых (высота) значительно превышает два других — толщину и ширину: *колонны* или стойки, *столбы.*

Фундаменты — подземные конструктивные элементы зданий, воспринимающие все нагрузки от выше расположенных вертикальных элементов несущего остова и передающие эти нагрузки на основание.

Основанием называется грунт, непосредственно воспринимающий нагрузки. Оно может быть естественным (грунты в природном состоянии) и искусственным (грунты с искусственно измененными свойствами за счет уплотнения, укрепления и т. п.). Фундаменты могут выполняться в виде сплошных стен (лент) — *ленточные* фундаменты, отдельных столбов — *столбчатые* фундаменты. В домах с подвалами ленточные фундаменты являются одновременно и стенами этих подземных помещений, испытывая до-

полнительно к другим нагрузкам горизонтальное давление грунта.

Перекрытия — горизонтальные конструкции, разделяющие здание на этажи; одновременно выполняют несущие и ограждающие функции, так как предназначены для размещения людей, оборудования, мебели, нагрузку от которых перекрытия воспринимают и передают на вертикальные опоры. Различают перекрытия: *междуэтажные* (разделяют смежные этажи), *чердачные* (разделяют последний этаж и чердак), *надподвальные,* над проездами и т. д. Изолирующие слои и другие элементы, входящие в состав этих перекрытий, различны. Нижняя поверхность перекрытий называется *потолком;* тот же термин относится и к самостоятельным элементам, при необходимости входящим в состав перекрытий или применяемым автономно: акустический потолок, подвесной, декоративный и т. п.

Крыша — верхняя конструкция, отделяющая помещения здания от внешней среды и защищающая их от атмосферных осадков и других внешних воздействий. Состоит из несущей части (*стропил*) и изолирующих (ограждающих) частей, в том числе — наружной водонепроницаемой оболочки — *кровли.* Крыши устраивают чердачные и бесчердачные. Чердачные (над чердаком) бывают холодными (теплозащитные функции выполняет чердачное перекрытие) и утепленными. Утепленная или, как говорят, «теплая» крыша устраивается при наличии и при отсутствии чердака, когда функции чердачного перекрытия и кровли совмещаются (в последнем случае применяются названия: совмещенная крыша, совмещенное покрытие, бесчердачное перекрытие). Эти термины присущи в основном жилищно-гражданскому строительству. В промышленном строительстве в том же смысле употребляется термин *покрытие.* В производственных зданиях чердаки обычно не приняты, а термин «крыша» чаще всего ассоциируется с наклонными поверхностями (скатами) крыш жилых зданий, которые правильнее называть скатные крыши.

Перегородки — вертикальные ограждающие конструкции, отделяющие одно помещение от другого. Они опираются на междуэтажные перекрытия или на пол первых этажей.

Лестницы — наклонные ступенчатые конструктивные элементы, предназначенные для вертикальных коммуникаций в зданиях и сооружениях. Часто в целях их защиты от огня и задымления лестницы отгораживают от остальных помещений несгораемыми вертикальными стенами. Эти стены, пространство, выгороженное ими, и расположенные в нем лестницы и площадки называют лестничной клеткой. Объемно-планировочный элемент здания, включающий лестничную клетку, примыкающие к ней *шахты лифтов* (стены, в которых расположен лифт) и обслуживающие их площадки, называют лестнично-лифтовым узлом.

Элементы стен и перегородок — оконные и дверные проемы — заполняют *оконными и дверными блоками.*

Оконные блоки состоят из коробок и оконных переплетов; дверные — из коробок и дверных полотен. Значительные по площади проемы в стенах, заполненные ограждающей светопрозрачной конструкцией, называют *витражами.* Все виды ограждающих светопрозрачных поверхностей называют *светопрозрачными ограждениями.*

К конструктивным элементам зданий относятся также ряд дополнительных, многие из которых будут рассмотрены, а именно: эркеры, лоджии, балконы, веранды, трибуны, фонари и т. п.; к ним относятся также санитарно-технические устройства и инженерное оборудование зданий.

Основные конструктивные элементы здания — горизонтальные (перекрытия, покрытия), вертикальные (стены, колонны) и фундаменты, — взятые вместе, составляют единую пространственную систему — *несущий остов здания,* — надежно обеспечивающую восприятие и передачу на основание всех видов нагрузок и механиче-

ских (силовых) воздействий, возникающих в процессе эксплуатации здания.

I.2. Классификация зданий

По назначению здания подразделяются на две большие группы: гражданские и производственные.

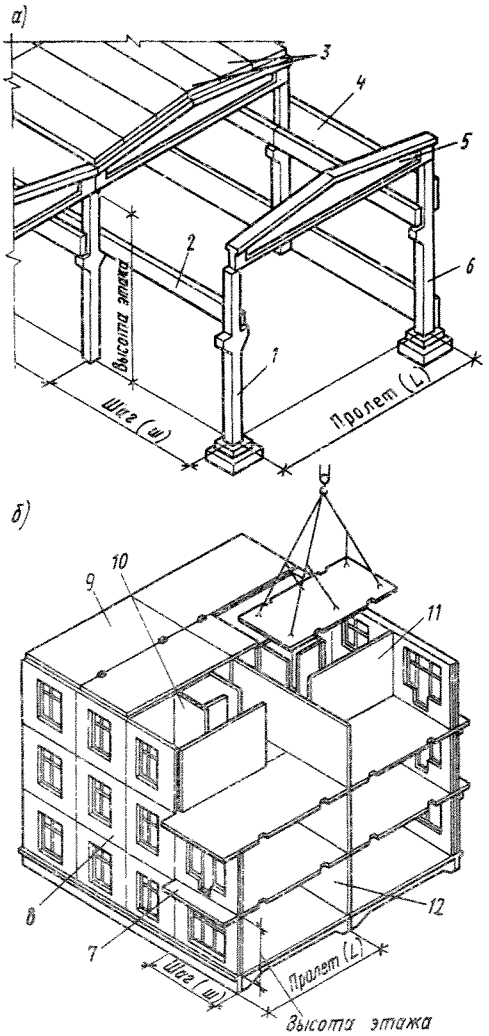


Рис. I.4. Типовые конструктивные элементы зданий:

а — каркасного одноэтажного производственного; *б* — крупнопанельного многоэтажного жилого; *1* — средняя колонна; *2* — подкрановая балка; *3* — плиты покрытия; *4* — стеновая панель; *5* — стропильная балка; *6* — пристенная колонна; *7* — плита балкона; *8* — наружная стеновая панель; *9* — плита перекрытия; *10* — вентиляционная панель; *11* — перегородочная панель; *12* — внутренняя стеновая панель

Гражданские предназначаются для проживания и обеспечения бытовых, общественных и культурных потребностей человека.

Производственные — для обеспечения нормальных условий производственных процессов, для защиты оборудования и работающих на производстве людей от атмосферных воздействий и для обеспечения необходимых комфортных условий работы трудящихся на производстве. К производственным относятся основные и вспомогательные здания промышленных предприятий различного назначения (таких, как черной и цветной металлургии, машиностроения, химии и т. п.), агроиндустриальных комплексов сельскохозяйственных зданий производственного назначения и т. п.

Гражданские здания, в свою очередь, подразделяются на две подгруппы: жилые и общественные. К жилым относятся предназначенные для постоянного проживания квартирные дома, общежития, интернаты. К общественным — здания учебно-воспитательных и научных учреждений, зрелищные, лечебно-профилактические, коммунальные и т. п.

Особенностью жилых зданий и многих видов общественных является большое количество отдельных помещений небольшой площади. Особенность производственных зданий, резко отличающая их от жилых, — наличие крупных общих помещений, не разгороженных стенами и перегородками на комнаты и иногда достигающих размеров нескольких гектаров. Большей частью такие помещения имеют промежуточные опоры — ряды колонн, располагаемые в определенном порядке. Расстояние между двумя смежными опорами в направлении, соответствующем расположению основной несущей конструкции покрытия или перекрытия (фермы, балки и т. п.), называется *пролетом* (рис. I.4). В зависимости от числа пролетов здания подразделяют на *однопролетные* и *многопролетные*.

В зависимости от размеров пролетов здания подразделяют на мало-,

средне- и крупнопролетные (или, что то же, на мелко-, средне-, большепролетные — несущественная разница в сложившейся терминологии). При этом градации, соответствующие приведенным терминам, различны для много- и одноэтажных зданий. Многоэтажные малопролетные здания имеют пролеты (или шаги) порядка 2, 4 ... 4,8 м; среднепролетные — 4,8 .. 9 м; крупнопролетные — 9 ... 15 м. В одноэтажных малопролетными называют здания с пролетами до 12 м; среднепролетными — 12 ... 36 м; большепролетными — более 36 м. В таких зданиях термин «большепролетные» применяют не только к характеристике пролетов, но и к самим конструкциям.

Здания, в которых конструкции больших пролетов опираются на опоры, расположенные только по контуру, с образованием свободного от опор пространства, называют зданиями зального типа.

По этажности существующие классификации достаточно условны и не однозначны. Наиболее просто подразделять здания на одноэтажные и многоэтажные (здания в два и более этажей): в этом случае отличительным признаком служит наличие или отсутствие междуэтажных перекрытий. Однако этого оказывается не достаточно. В архитектурно-строительной практике и в типологической учебной литературе можно встретить и другие отличительные признаки, положенные в основу классификаций, приводимых для сведения.

Так, в жилищном строительстве принято группировать жилые здания по числу этажей: малоэтажные (1 ... 3 этажа); средней этажности (до 5 этажей); многоэтажные (6 и более этажей); повышенной этажности (10 ... 25 этажей); высотные. В общественных зданиях предложен другой признак — высота зданий: до 30 м — здания повышенной этажности; до 50 м — здания I категории многоэтажных; до 75 м — II категории; до 100 м — III категории многоэтажных; выше 100 м — высотные. В промышленном строительстве учитываются типологические особенности: принято считать, что многопролетные двухэтажные здания имеют свою специфику, в связи с чем их выделяют в самостоятельную группу (подробнее об этом см. в § XVI.1); здания же подразделяют на: одно-, двух-, многоэтажные (3 этажа и выше).

Различие приведенных классификаций вызвано тем, что состав отличительных признаков расширен: помимо числа этажей включаются также особенности объемно-планировочной структуры типов зданий, их типологические особенности и требования, предъявляемые к ним (наличие или отсутствие лифтов в жилых домах, их количество и т. п.).

Эти классификации приведены для сведения в связи с тем, что в настоящем учебнике, ориентированном на комплексное проектирование, некоторые из них могут встретиться в определенном контексте. Ориентация на комплексное проектирование предопределила и систематизацию зданий по этажности, принятую в разделах настоящего учебника. В ней учтены некоторые из выше приведенных отличительных признаков. Здания подразделены на три группы: одноэтажные, многоэтажные и малоэтажные жилищно-гражданские.

В группу малоэтажных включены индивидуальные жилые и небольшие гражданские здания с мелкими пролетами, требования к которым и их строительные решения существенно отличны от других зданий.

В группу одноэтажных включены средне- и большепролетные здания, преимущественно производственные, зрелищные и т. п.

В группу многоэтажных включены все типы зданий: производственные, гражданские.

Здания подразделяются также на отапливаемые и неотапливаемые. К числу неотапливаемых относятся такие здания складов, вспомогательных служб и т. п., которые не требуют положительных температур воздуха; вме-

сте с тем к этой же категории относятся и некоторые здания с избыточными тепловыделениями (так называемые «горячие цехи»). Отапливаемые здания требуют поддерживания заданного температурно-влажностного режима, регламентируемого требованиями СНиПов по типам зданий.

Подразделение зданий по признаку наличия или отсутствия подъемно-транспортного оборудования относится в основном к промышленному строительству и будет рассмотрено ниже в соответствующих разделах учебника.

Зданиями *массового строительства* называют такие, которые строят в большом количестве по многократно тиражированным проектам. *Уникальными* называют здания важного общественного значения (Дворцы культуры, музеи и т. п.). Они, как правило, строятся по индивидуальным проектам.

I.3. Основные требования, предъявляемые к зданиям и их элементам

Любое здание должно отвечать следующим требованиям: функциональной целесообразности; архитектурно-художественной выразительности; целесообразности технических решений; надежности; санитарно-техническим требованиям с учетом природно-климатических и других местных условий; требованиям техники безопасности и не в последнюю очередь требованиям экономичности строительства и т. п.

В этом перечне первым поставлено требование функциональной целесообразности. Это не случайно. Всякое здание является материально-организованной средой пребывания человека для осуществления им разнообразных процессов (труд, отдых, быт).

Требования к высокому качеству архитектурно-художественных решений отражают эстетические потребности людей. Требования эти разнообразны. Они рассматриваются в курсах архитектуриого проектирования различных видов зданий.

Санитарно-гигиенические требования проявляются в требованиях к физическим качествам среды пребывания человека: поддержанию необходимых температуры и влажности воздуха помещений, их чистоте, обеспечению звукового и зрительного комфорта, обеспечению инсоляции, естественного освещения помещений и т. п. Все эти требования непосредственно зависят от природно-климатических и других факторов и могут устанавливаться только в связи с ними. Методы установления такой связи рассматриваются в дисциплине «Строительная физика», в частности:

обеспечение экономически целесообразного сопротивления теплопередаче ограждающих коиструкций, их теплоустойчивости; паро- и воздухопроиицаемости ограждающих конструкций, непроницаемости для рентгеновских и других лучей и т. п.; звукоизоляции перекрытий, перегородок и др.

В настоящем учебнике уделяется внимание прежде всего целесообразности технических решений: выбору строительных систем в соответствии с архитектурным замыслом, соблюдению требований по рациональному использованию стройматериалов и изделий стройиндустрии района строительства, необходимости принятия технически обоснованных решений, обеспечивающих надежность эксплуатации здания, а также ряду других вопросов, которые подробно рассмотрены в соответствующих главах учебника.

Надежность — способность зданий и сооружений безотказно выполнять заданные функции в течение всего периода эксплуатации.

Свойство отдельных конструкций сохранять заданные качества в течение установленного срока их службы в определенных условиях при заданном режиме эксплуатации (климатических и других условиях) без разрушений, деформаций, потери внешнего вида называется *долговечностью конструкций. Степень долговечности* — требуемый срок такой службы, исчисляемый в годах. Установлены три степени дол-

Таблица 1.1. **Минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций, ч (над чертой), и минимальные пределы распространения огня по ним, см (под чертой)**

Степень огнестойкости зданий	Стены			Колоны	Несущие конструкции перекрытий	Элементы покрытий
	несущие	наружные ненесущие	перегородки			
I	2,5/0	0,5/0	0,5/0	2,5/0	1/0	0,5/0
II	2/0	0,25/0	0,25/0	2/0	0,75/0	0,25/0
III	2/0	0,25/0	0,5/40	2/0	0,75/25	н.н./н.н.
IV	0,5/40	0,25/40	0,25/40	0,5/40	0,25/25	н.н./н.н.
V	н.н.	н.н.	н.н.	н.н.	н.н.	н.н.

Примечание. н.н. — не нормируются.

говечности конструкций: I степень — при сроке службы не менее 100 лет; II степень — при сроке службы не менее 50 лет; III степень — при сроке службы не менее 20 лет.

Требуемая степень долговечности конструкций должна обеспечиваться подбором строительных материалов, обладающих показателями *стойкости* по отношению к тем воздействиям, которым будет подвержена конструкция в процессе ее эксплуатации: морозостойкости, влагостойкости, биостойкости, стойкости против коррозии и т. п. В случае невозможности подбора материала, показатели стойкости которого необходимы, обязательно следует предусматривать специальные меры защиты менее стойких материалов либо конструктивные решения, уменьшающие внешние воздействия и т. п. Важно подчеркнуть, что требования к долговечности конструкции распространяются и на ее детали (стыки, узлы сопряжений и т. п.).

Надежность зданий и долговечность конструкций самым тесным образом связаны еще с одним требованием к зданиям — их *огнестойкостью*. Чем больше предполагаемый срок службы здания и его конструкций, тем выше должна быть степень их огнестойкости.

Согласно СНиП 2.01.02—85 «Противопожарные нормы», установлено пять основных степеней огнестойкости зданий (I ... V) и три дополнительных (IIIа, IIIб, IVа). Каждая из этих степеней взаимосвязана с конструктивными характеристиками зданий, их этажностью и т. п. и устанавливается (назначается) типологическими СНиПами.

Каждой *степени* огнестойкости здания должны соответствовать: минимальные *пределы огнестойкости* строительных конструкций, максимальные *пределы распространения огня* по ним и *группы горючести* применяемых строительных материалов.

Минимальный предел огнестойкости конструкций — это время в часах, в течение которого данная конструкция сопротивляется действию огня или высокой температуры до появления одного из следующих признаков: образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые проникают продукты горения, потери конструкцией несущей способности (обрушения) и т. п.

Максимальный предел распространения огня устанавливает допустимый размер повреждения конструкции вследствие ее горения за пределами зоны действия огня. Значения пределов огнестойкости и пределов распространения огня различны в зависимости от того, к какому конструктивному элементу здания (стенам, перекрытиям и др.) они относятся. Кроме того, они существенно различны и в зависимости от нормируемых степеней огнестойкости зданий, что иллюстрируется табл. I.1 (СНиП 2.01.02—85). Из этой таблицы видно, что наиболее жесткие требования предъявляются к элементам несущего остова, в первую очередь к вертикальным (стенам, колоннам),

и что эти требования изменяются в зависимости от показателя степени огнестойкости зданий.

Понятие «группа горючести» относится не к конструкциям, а к строительным материалам (их способность гореть). Установлены три группы горючести (возгораемости) материалов: негорючие (несгораемые), трудногорючие (трудносгораемые) и горючие (сгораемые). Применение материалов по этому показателю также регламентировано СНиПами и архитектору такие знания постоянно нужны. Например, в зданиях I ... III степеней огнестойкости не допускается выполнять из горючих и трудногорючих материалов облицовку внешних поверхностей наружных стен и т. п.

Группы горючести строительных материалов и пределы огнестойкости строительных конструкций устанавливаются специальными инструктивными материалами. Некоторые данные приведены в табл. I.2.

Требования к огнестойкости зданий и к долговечности их конструкций могут быть различными в зависимости от назначения здания, от того, где и на какой срок оно строится и от ряда других факторов. Для того чтобы проектировщик правильно ориентировался в вопросах выявления требований, предъявляемых к конкретному зданию, установлено важное понятие — *класс здания по капитальности.*

Капитальность — это совокупность свойств, присущих зданию в целом, его народнохозяйственное и градостроительное значения, его значимость и т. п.; с другой стороны — это комплекс важнейших требований к зданию и его элементам. Класс здания — уровень этих требований. Установлены четыре класса зданий по капитальности:

I класс. Крупные общественные здания (музеи, театры); правительственные учреждения; жилые дома высотой более 9 этажей; крупные электростанции и т. д.

II класс. Общественные здания массового строительства в городах — школы, больницы, детские учреждения, административные здания, предприятия торговли и питания; жилые дома высотой 6 ... 9 этажей, крупные производственные здания.

III класс. Жилые дома не более 5 этажей, общественные здания небольшой вместимости в сельских населенных пунктах.

IV класс. Малоэтажные жилые дома; временные общественные здания; производственные здания, рассчитанные на возможность их эксплуатации в течение короткого времени.

Класс здания по капитальности должен обеспечиваться применением зданий и конструкций соответствующих степеней огнестойкости и долговечности, например: жилые здания

Таблица I.2. **Примеры пределов огнестойкости отдельных строительных конструкций и групп горючести материалов**

Наименование конструкции	Наименьший размер сечения конструкции, см	Предел огнестойкости, ч	Группа горючести
Стены и перегородки из кирпича	6,5	0,75	Негорючие
	12,0	2,5	»
	25	5,5	»
Стены из естественных и гипсовых камней облегченных кирпичных кладок с заполнением несгораемыми или трудносгораемыми теплоизоляционными материалами	6	0,5	»
	12	1,5	»
	25	4,0	»
Перекрытия и покрытия по открытым стальным балкам (прогонам, фермам) при несгораемых плитах (настилах)	—	0,25	»
Перекрытия деревянные с накатом или подшивкой и штукатуркой по драни или по сетке при толщине штукатурки 20 мм	—	0,75	Трудносгораемые

I класса проектируют не ниже I степени огнестойкости с конструкциями не ниже I степени долговечности; здания II класса — не ниже II степени; III класса — не ниже III по огнестойкости и II по долговечности; в зданиях IV класса степень огнестойкости ие нормируется, а долговечность не ниже III. Жилые здания I класса могут быть любой этажности; II класса — не выше 9 этажей; III — не выше 5; IV — не выше 2.

Исходя из этого примера, легко уяснить последовательную схему выбора материалов и конструкций. После установления класса здания по капитальности, выявляют соответствующие ему минимально необходимые требования по степеням огнестойкости и долговечности. По СНиП 2.01.02—85 устанавливают необходимые требования к основным конструктивным элементам здания по противопожарным нормам. Требуемая же степень долговечности конструкций обеспечивается подбором строительных материалов надлежащей стойкости (морозо-, влаго-, биостойкости и др.); в качестве примера в табл. I.3 приведена взаимосвязь между степенями долговечности и морозостойкости каменных материлов; обращается внимание на то, что для разных конструктивных элементов эта взаимосвязь различна.

Строительные свойства материалов значительно улучшаются при их специальной обработке или при принятии мер к их защите. Против коррозии металлические конструкции окрашивают водостойкими красками, против действия огня — окрашивают термозащитными красками или защищают штукатуркой по сетке, бетонированием и другими средствами.

В состав требований, предъявляемых к зданиям и их элементам, входят и требования по обеспечению их противопожарной безопасности. Так, здания значительной протяженности, выстроенные из сгораемых или трудносгораемых материалов, необходимо разделять на отсеки противопожарными преградами. Назначение этих преград — препятствовать распространению огня по всему зданию. К ним относятся: противопожарные стены (брандмауэры), зоны, перегородки, тамбуры-шлюзы и т. п. Типы противопожарных преград, их минимальные пределы огнестойкости (от 0,75 до 2,5 ч), расстояние между ними и т. п. принимаются в зависимости от назначения и этажности здания, степени его огнестойкости; в производственных зданиях учитывается также категория (по пожарной опасности) размещаемых в здании производств.

Таблица I.3. **Требования к морозостойкости каменных материалов и изделий для строительства в средних климатических районах СССР (по СНиП II-22—81)**

Вид конструкций	Значение Мрз при степени долговечности конструкций		
	I (100 лет)	II (50 лет)	III (25 лет)
Наружные стены или их облицовка в зданиях с влажностным режимом помещений:			
а) сухим и нормальным	25	15	15
б) влажным	35	25	15
в) мокрым	50	35	25

Требования к проектированию противопожарных преград включают ряд обязательных условий. Например, противопожарные стены, как правило, должны выступать за пределы контура поперечного сечения здания на 0,3 ... 0,6 м (рис. I.5), противопожарные зоны выполняются в виде вставки, разделяя здание по контуру, и т. п.

Важное требование, предъявляемое к зданиям, — экономичность архитектурно-технических решений. Основные критерии экономичности: единовременные капитальные вложения (экономичность при возведении здания), эксплуатационные расходы (экономичность в процессе эксплуатации), стоимость износа и восстановительная сто-

имость здания. Немалую роль в единовременных капитальных вложениях играет степень индустриализации строительства.

Индустриализацией называют такую организацию строительного производства, которая превращает его в механизированный и автоматизированный поточный процесс сборки и монтажа зданий из крупноразмерных конструкций, в том числе укрупненных элементов с высокой заводской готовностью. Сборные элементы, изготовленные на специальных заводах, и их механизированный монтаж позволяют существенно снизить затраты труда на строительной площадке, резко уменьшить количество отделочных работ на стройке, повысить качество строительства и сократить его сроки.

Вторая составляющая экономичности здания — эксплуатационные расходы — связана, в частности, с ежегодными затратами на отопление здания. В то же время мощность отопительных установок, количество отопительных приборов и ежегодные затраты на топливо непосредственно связаны с решениями наружных ограждающих конструкций (их теплозащитными качествами), степенью остекления наружных стен и т. п. При тенденции к сокращению энергетических затрат рациональный выбор типов ограждающих конструкций, качество их материалов играют весьма важную роль в сокращении эксплуатационных расходов.

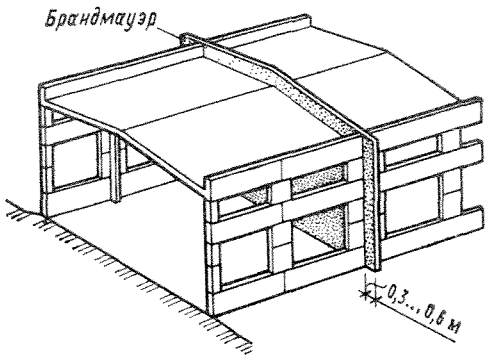


Рис. I.5. Брандмауэр, разделяющий здания на противопожарные отсеки

Третья составляющая экономичности — стоимость амортизации здания — находится в прямой связи с долговечностью конструкций и строительных материалов: чем меньше износ изделий, т. е. чем оно дольше будет служить, тем меньше величина ежегодной амортизации.

Таким образом, экономичность архитектурно-конструктивных решений находится в прямой зависимости от целесообразности принятых технических решений, рациональности объемно-планировочных решений, умелого использования строительных ресурсов и ряда других факторов. Материалы XXVII съезда КПСС указывают на необходимость максимальной экономии ресурсов, выделяемых на строительство.

I.4. *Типизация и стандартизация в строительстве. Модульная координация размеров, основные положения*

Курс на *стандартизацию* строительства связан с максимальным применением сборных изделий заводской готовности. Разумеется, беспредельного количества таких изделий быть не может. Нужны ограничения форм и размеров этих изделий, количества их типов и т. п. Выполнение подобных условий невозможно без проведения работ по типизации и в конечном итоге по стандартизации изделий. *Типизацией* называют техническое направление в проектировании и строительстве, которое позволяет многократно осуществлять строительство как отдельных конструкций, так и целых зданий и сооружений на основе отбора таких проектных решений, которые при экспериментальном применении оказались лучшими и с технической, и с экономической стороны. Соответствующие проекты таких решений называют *типовыми*.

Типовыми бывают проекты отдельных зданий или сооружений, проекты блок-секций жилых секционных зда-

ний; унифицированных секций одноэтажных промышленных зданий, отдельных конструктивных элементов. Внедрение типовых проектов целых зданий в массовую застройку, начатое в 50-е годы, продолжается и в настоящее время, но признано более перспективным направление, при котором здание комплектуется из типовых сборных конструкций и деталей, с тем чтобы массовая застройка была бы максимально индивидуализирована. В настоящее время разработано и проверено на практике значительное число сборных изделий (колонны и ригели каркаса, плиты перекрытий, лестничные марши и т. п.). Они объединены в каталоги, и их применение обязательно в пределах региона. Разработан метод использования изделий таких каталогов, названный «методом единого каталога». Кратко суть этого метода состоит в том, что в пределах региона все здания и сооружения проектируются с обязательным применением основных несущих конструкций каталога в различных комбинаториках наборов этих изделий. Элементы фасадов допускается применять как типовые, так и специально запроектированные. При таком подходе к проектированию есть все основания индивидуализировать массовую застройку, не снижая степени ее индустриализации (более подробно об этом методе см. гл. XIV).

Применение метода возможно в том случае, если промышленность региона выпускает изделия, обеспечивая их взаимозаменяемость и универсальность.

Под *взаимозаменяемостью* понимается возможность замены одного изделия другим (или несколькими другими) без изменения параметров здания. Например, взаимозаменяемы плиты перекрытий одной и той же длины, но разной ширины (2400 и 1200 мм — общая ширина двух плит равна ширине одной). К взаимозаменяемым параметрам относятся также материалы изделий и их конструктивные решения.

Под универсальностью же понимается возможность применеиия одних и тех же изделий или деталей для зданий различных видов и назначения. Например, для зданий производственных и гражданских.

Наиболее совершенные и качественные в техническом отношении типовые изделия, отобранные после многократного их изготовления и внедрения, стандартизируют, т. е. превращают их в стандартные строительные элементы, обязательные для применения при проектировании и строительстве. На эти изделия выпускаются ГОСТы (государственные общесоюзные стандарты), в которых установлены строго определенные размеры, форма изделий, требования к их качеству, технические условия на их изготовление и т. п. Примеры ГОСТов, получившие уже массовое внедрение в практику: на окна, двери гражданских, производственных зданий, на перемычки, фундаментные блоки и т. д.

Для того чтобы осуществлять работы по типизации и стандартизации деталей и конструкций, необходима предварительная работа по унификации их параметров.

Унификацией называется установление целесообразной однотипности объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, конструкций, деталей, оборудования с целью сокращения числа типов размеров и обеспечения взаимозаменяемости и универсальности изделий. Унифицируют: размеры конструкций и деталей; нормативные полезные нагрузки и несущую способность несущих конструкций; основные свойства готовых конструкций (тепло- и звукоизоляционные для фасадных панелей, теплоизоляционные для легкобетонных плит и т. п.).

Основой для унификации и стандартизации геометрических параметров служит *модульная координация размеров в строительстве* (МКРС).

Основные положения МКРС (согласно стандарту СЭВ 1001—78) представляют собой правила координации

Таблица I.4. **Зависимость укрупненных модулей от величины модульного шага (Ш) или пролета (*L*)**

L, Ш, м	Укрупненный модуль	
	применяемый	допускаемый
7,2	30М, 12М	15М, 6М, 3М
7,2...12,0	30М	15М, 12М
12,0...36,0	60М	30М
Более 36,0	60М	

(согласования) размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов зданий и сооружений, их элементов, строительных конструкций и элементов оборудования на базе модуля. Модуль — размер, условная единица, применяемая для такой координации. МКРС обязательна для применения не только в пределах СССР, но и во всех странах социалистического содружества.

Суть МКРС в том, что все размеры объемно-планировочных, конструктивных и других элементов зданий и сооружений должны быть кратны модулю, названному *основным,* — размеру, принятому за основу для назначения других, производных от него модулей. За величину основного модуля, обозначенного М, принят размер 100 мм. Помимо основного вводятся также *производные* модули: укрупненные (мультимодули) и дробные (субмодули). Укрупненные модули: 60М (6000 мм); 30М; 12М; 6М (600 мм); 3М; 2М (200 мм) *. Дробные модули: 1/2М (50 мм); 1/5М (20 мм); 1/10М (10 мм); 1/20М (5 мм); 1/50М (2 мм); 1/100М (1 мм). Назначение производных модулей — ограничить количество применяемых или в случае необходимости допускаемых размеров при проектировании, что повышает степень унификации геометрических параметров. Укрупненные модули нужны для назначения объемно-планировочных параметров основных элементов зданий (ширины, длины, шага, пролета) и крупных конструкций. При этом руководствуются такими правилами: чем больше величина параметра основного элемента здания, тем больше величина укрупненного модуля (табл. I.4).

Дробные модули также способствуют ограничениям при назначении размеров относительно небольших конструктивных элементов—толщин плитных и листовых материалов и т. п., а также для координации этих размеров между собой.

Применение МКРС в первую очередь осуществляется при установлении размеров между *координационными осями* зданий и сооружений. Так называются осевые линии, вдоль которых располагаются основные несущие конструкции (стены, колонны). Расстояние в плане между координационными осями здания в направлении, соответствующем расположению основной несущей конструкции перекрытия или покрытия, называют *пролетом* (рис. I.4). Расстояние в плане между координационными осями в другом направлении называют *шагом* (рис. I.6) (часто, например, применяют выражение — «шаг несущих конструкций»). И пролет, и шаг назначают исходя из условий использования стандартных конструктивных элементов — ригелей, балок, плит перекрытий, ферм

Шаг и пролет — элементы модульной пространственной системы — координатного пространства — системы модульных или координатных плоскостей, членящих здание на объемно-пространственные элементы. Так называют часть объема здания с размерами, равными высоте этажа, пролету и шагу (рис. I.6). Согласно СТ СЭВ 1001—78, предпочтение отдается прямоугольной модульной пространственной координационной системе. Допускаются также косоугольные, центрические и другие системы.

Высота этажа ($H_{эт}$) в многоэтажных зданиях — расстояние от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего этажа (рис. I.7, *а*). Мо-

* 2М допускается временно и только для гражданского строительства.

дульная высота этажа (координационная высота этажа) — расстояние между горизонтальными координационными плоскостями, ограничивающими этажи (при определении высоты верхнего этажа толщина чердачного перекрытия условно принимается равной толщине ниже лежащего перекрытия *с*). Согласно МКРС, высота этажей всегда должна быть модульной. В одноэтажных производственных зданиях высота этажа равна расстоянию от уровня пола до нижней грани несущей конструкции покрытия (рис. I.7, *б*). *Планировочным элементом* называют горизонтальную проекцию объемно-планировочного элемента. Соответственно координационные оси — горизонтальные проекции вертикальных координационных плоскостей. Координационные оси называют также *разбивочными* осями: этимология этого традиционного термина—разбивка осей в натуре перед началом строительства. Систему модульных разбивочных осей упрощенно называют еще сеткой осей. Их обозначают кружками и маркируют: продольные оси буквами, поперечные — цифрами. Последовательность маркировки осей принята слева направо и снизу вверх. Эта система осей при проектировании служит той координатной сеткой, на основе которой устанавливается взаимное расположение всех несущих конструкций между собой, а при строительстве они служат той размерной основой, которая позволяет точно осуществлять в натуре эти согласования. Для этих целей в проектах должна быть точно указана *привязка* основных несущих конструкций к координационным осям. Этим термином обозначают расположение граней конструктивных элементов (несущих и несущих), встроенного оборудования по отношению к координатным осям.

МКРС устанавливает три типа размеров для объемно-планировочных и конструктивных элементов здания (рис. I.8):

1. *Основные координационные размеры,* например, объемно-планировочные параметры: пролеты L, шаги $Ш$, высота этажей $H_{эт}$ *.

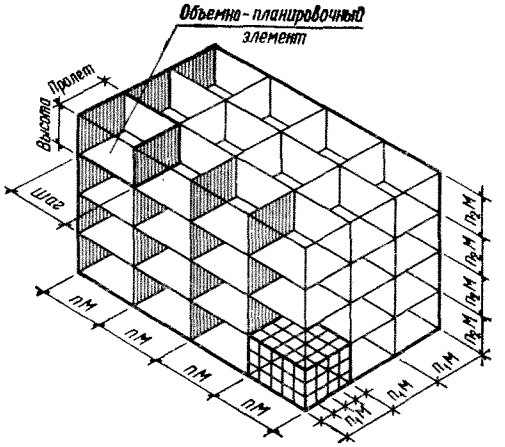


Рис. I.6. Пространственная система модульных координационных плоскостей

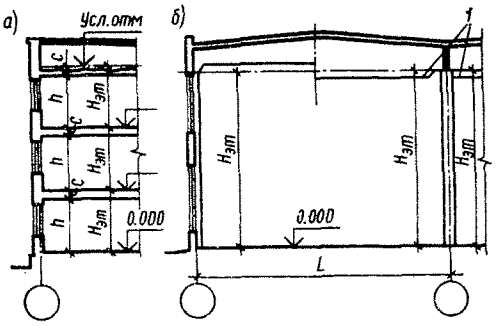


Рис. I.7. Высоты этажей по МКРС:
а — в многоэтажном зданин; *б* — в одноэтажном зданин; *1* — подвесной потолок

2. *Координационные размеры элементов,* отличающиеся аддитивными (слагаемыми) размерами основных координационных размеров (см. рис. I.9): l_0, b_0, h_0 (высота) или d_0 (толщина).

3. *Конструктивные размеры элементов* l, b, h или d. При этом $l = l_0 - \delta$, где δ — зазор, необходимый для установки элементов, в соответствии с особенностями конструктивных узлов, условиями монтажа и т. д. Конструктивные размеры могут быть и больше

* Обозначения отличаются от принятых в СТ СЭВ 1001—78, где соответствующие величины обозначены: L_0, B_0, H_0, $H_{0\,эт}$.

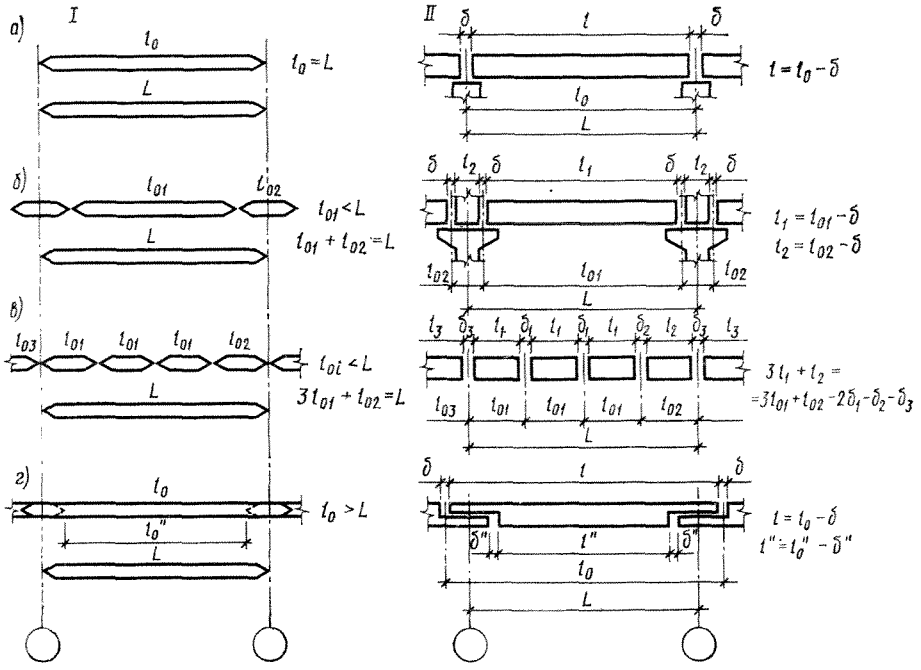


Рис. I.8. Система размеров МКРС при применении конструктивных элементов:

I — модульные координационные размеры; *II* — связь конструктивных размеров и координационных; *L* — основной координационный размер; l_0, l_{01}, l_{02} — координационные размеры; *l*, l_1, l'' — конструктивные размеры; δ, δ_1, δ_2 — зазоры; *а* — координационный размер элемента, перекрывающего пролет, равен основному координационному; *б* — то же, с уменьшением на опорные элементы; *в* — сумма взаимозаменяемых модульных координационных размеров равна основному координационному; *г* — координационный размер конструктивного элемента (или его части) больше основного координационного

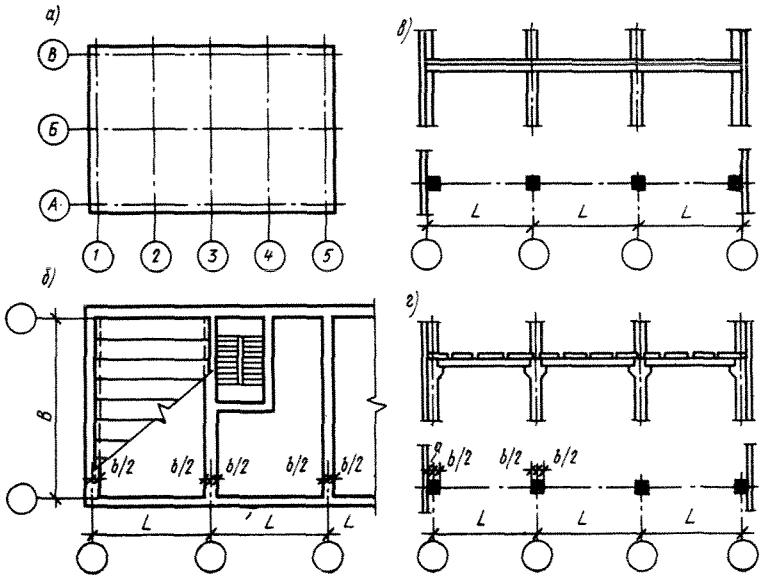


Рис. I.9. Маркировка координационных (разбивочных) осей и привязка конструкций:

а — маркировка осей; *б* — привязка стен; *в*, *г* — привязка колонн (*в* — «нулевая» привязка наружных граней колонн; *г* — их привязка на расстоянии *а*)

координационных на величину выступов, располагаемых в смежном координационном пространстве.

Основные правила привязки несущих конструкций к модульным разбивочным осям следующие (рис. I.9). Геометрические оси **внутренних** стен, колонн совмещаются обычно с разбивочными осями; исключения допускаются для стен лестничных клеток, стен с вентиляционными каналами и т. п. При привязке **наружных** стен и колонн их геометрические оси часто не совпадают с разбивочными; в зависимости от целесообразности размещения несущих конструкций перекрытий или покрытий применяют или «нулевую привязку» (внутренняя грань стены или наружная грань колонн совпадают с разбивочной осью), или привязку, принятую для внутренних стен, либо оговоренную особо.

Конкретные условия привязки несущих конструкций рассмотрены при описании несущих остовов зданий различных видов.

При этом важно помнить, что при назначении размеров привязок стен полезно соблюдать кратность размеров, свойственных кладке искусственных камней с учетом швов (так, для кирпичной кладки привязочные размеры: 130, 250, 380, 510 и т. д.). В подсобных случаях, рассматриваемых как исключение, допустимо применение размеров, отличных от принятых МКРС. И это вполне объяснимо, если постоянно помнить, что смысл внедрения МКРС — геометрическое обеспечение широкого применения сборных индустриальных изделий, обеспечение их взаимозаменяемости и взаимоувязки всех деталей, конструкций, встроенного оборудования, мебели и т. п.

II Глава. Общие принципы проектирования несущих и ограждающих конструкций зданий

II.1. Общие принципы проектирования несущего остова и его элементов

Важнейшее назначение несущего остова — конструктивной основы здания — состоит в восприятии нагрузок, действующих на здание, «работе» на усилия от этих нагрузок с обеспечением конструкциям необходимых эксплуатационных качеств в течение всего срока их службы.

Нагрузки делят на две группы: постоянные и временные. Постоянные — это собственный вес всех без исключения элементов зданий и другие виды нагрузок. К временным относят: полезные, т. е. функционально необходимые — нагрузки от периодически пребывающих в помещениях людей, стационарного или передвижного оборудования и т. п.; нагрузки, связанные с природными факторами района строительства (снеговые, ветровые, сейсмические; температурные воздействия), и др. Временные нагрузки подразделяют на длительно действующие, кратковременные и особые; при расчетах их учитывают в различных сочетаниях.

По характеру действия нагрузки могут быть статическими (например, от собственной массы) или динамическими (порывы ветра, вибрации и др.). По месту приложения усилий различают нагрузки, сосредоточенные (вес оборудования) и равномерно распределенные (от снегового покрова и т. п.). По направлению нагрузки могут быть горизонтальными (ветровой напор, тормозные силы подвижного оборудования, сейсмические нагрузки) и вертикальными (вес).

Нагрузки важно учитывать не только в расчетах, но и на всех стадиях проектирования в качестве количественных критериев оценки принимаемых решений. Дело в том, что в зависимости от условий, для одних и тех же видов нагрузок может быть значительной разница их нормированных (нормативных) значений. Так, величина равномерно распределенных полез-

ных нагрузок на перекрытия жилых зданий может отличаться от тех же нагрузок производственных в 10 ... 20 раз и более (1,5 ... 30 кН/м²), что существенно при установлении параметров и типов перекрытий. Нормативные снеговые нагрузки в зависимости от района строительства разнятся в 5 раз (0,5 ... 2,5 кН/м²). Поэтому для снежных районов существенна форма крыш: например, при перепадах высот элементов зданий образуются заносы снега — «снеговые мешки» (излишняя масса, трудности с уборкой и т. п.). Значительна разница и в величине скоростных напоров ветра (0,27 ... 1,0 кН/м²), особенно неблагоприятных в горных районах и на побережьях морей. Эти нормативные значения возрастают и по мере роста этажности зданий — до двух раз и более; поэтому по мере роста высоты здания становятся все более сложными инженерными сооружениями.

Типы несущих остовов. Горизонтальные несущие элементы перекрытий (покрытий) предназначены прежде всего для работы при действии на них разного рода вертикальных нагрузок, которые в виде опорных реакций передаются на вертикальные опоры. Кроме того, эти же перекрытия являются *горизонтальными диафрагмами,* воспринимающими в своей плоскости изгибающие и сдвигающие усилия от горизонтальных нагрузок, обеспечивая геометрическую неизменяемость здания в каждом из горизонтальных уровней, совместную работу вертикальных опор при таких нагрузках, перераспределение усилий между ними и т. п.

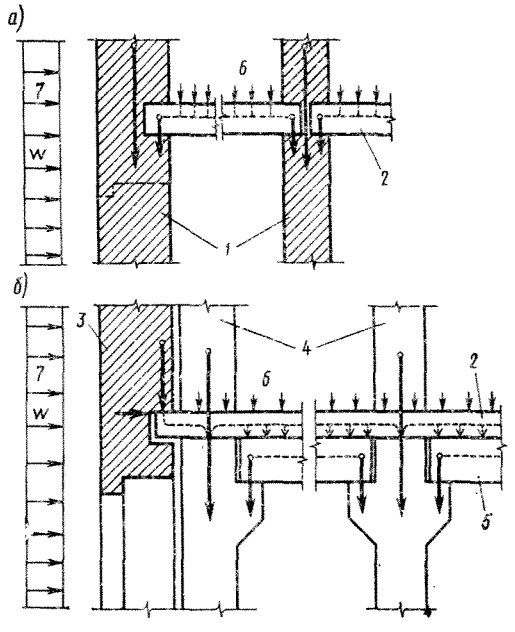


Рис. II.1. Виды вертикальных опор несущего остова:

а — несущие стены; *б* — колонны; *1* — стена; *2* — плита перекрытия; *3* — навесная стена; *4* — колонна; *5* — ригель; *6* — нагрузка на перекрытия; *7* — давление ветра

Вертикальные несущие конструкции воспринимают все виды воздействий и нагрузок, возникающих в процессе эксплуатации здания, и через фундаменты передают их на грунт. Вертикальные опоры являются определяющим признаком для классификации несущих остовов по типам. Известны два типа вертикальных опор (рис. II.1): *стержневые — колонны* или стойки каркаса; *плоскостные — стены;* (можно также отнести к несущим опорам объемные тела типа *пилонов* и т. п., т. е. такие элементы, у которых все три генеральных размера примерно одного порядка, но подобные опоры встречаются крайне редко).

Так, стена независимо от того, сложена ли она из бревен, выполнена ли из кирпича или из сборных панелей, всегда рассматривается как плоскостной элемент, один размер которого (толщина) значительно меньше других генеральных размеров.

Исходя из такого определения различают два основных типа несущего остова зданий: *каркасный* и *стеновой* (бескаркасный). Третий — *комбинированный* (или смешанный) — состоит из различных сочетаний стержневых и плоскостных вертикальных элементов (стоек каркаса и стен). Необходимо отметить и существование таких несущих остовов, в которых вертикальные опоры вообще отсутствуют, а наклонная конструкция покрытия опирается непосредственно на фундамент (арки, треугольные рамы и т. п.). Такие соо-

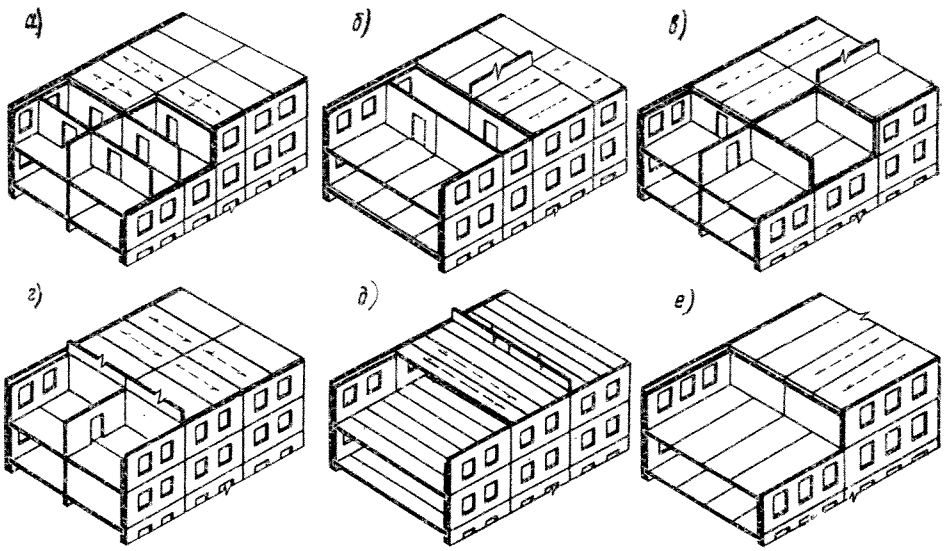


Рис. II.2. Варианты бескаркасных конструктивных систем:
а — перекрестно-стеновой с малым шагом; *б* — поперечно-стеновой со смешанным шагом; *в* — поперечно-стеновой с большим шагом стен; *г* — продольно-стеновой (трехстенка); *д* — продольно-стеновой (двухстенка); *е* — поперечно-стеновой с увеличенным шагом стен

ружения, применяемые в строительстве складов, ангаров и т. п., называют *шатровыми.*

Вся совокупность конструктивных элементов несущего остова многоэтажных зданий в каждом отдельном случае объединена между собой вполне определенным образом, образуя в пространстве единство закономерно расположенных частей, т. е. *систему,* которую называют *конструктивной.* Так называют способ размещения несущих горизонтальных и вертикальных конструкций в пространстве, их взаимное расположение, способ передачи усилий и т. п.

Виды конструктивных систем при стеновом несущем остове (рис. II.2).

1. Системы с продольно расположенными несущими стенами или, как принято говорить, с *продольными* несущими стенами (расположены вдоль длинной, фасадной стороны здания и параллельно ей). Таких параллельно расположенных стен может быть две, три, четыре. Соответственно бытуют упрощенные названия таких стеновых остовов: «двухстенка», «трехстенка» и т. п.

2. Системы с поперечно расположенными (с *поперечными*) несущими стенами. Разновидности: с *широким* шагом (более 4,8 м); *узким* шагом (4,2 ... 4,8 м); со смешанными шагами.

3. Системы с перекрестным расположением несущих стен *(перекрестно-стеновая* система).

При каркасном несущем остове. Определяющим признаком в этом случае является расположение ригелей каркаса. Ригелем называется стержневой горизонтальный элемент несущего остова (главная балка, ферма и т. п.), передающий нагрузки от перекрытий непосредственно на стойки каркаса. Различают четыре типа конструктивных каркасных систем (рис. II.3): с *поперечным* расположением ригелей; *с продольным; с перекрестным расположением* ригелей; *с безригельным каркасом,* при котором ригели отсутствуют, а гладкие или кессонированные плиты перекрытий (так называемые безбалочные) опираются или на капители колонн, или непосредственно на колонны.

При комбинированном несущем остове (рис. II.4). Среди большого разнообразия сочетаний стержневых и

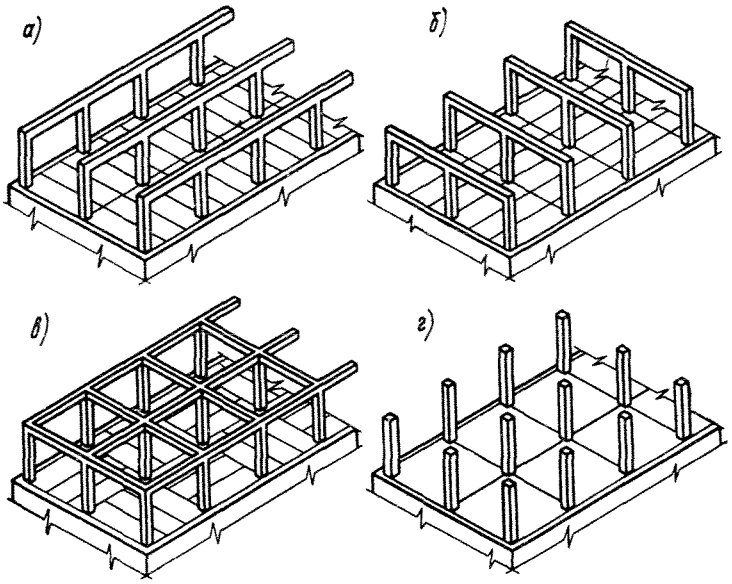


Рис. II.3. Конструктивные системы каркасных зданий:

а — с продольным расположением ригелей; *б* — с поперечным расположением ригелей; *в* — с перекрестным расположением ригелей; *г* — безригельная

плоскостных вертикальных опор наиболее часто встречаются:

Системы, в которых каркас расположен в пределах нижних 1 ... 3 этажей, а выше бескаркасный несущий остов. Расположение стен — по периферии, а стоек каркаса — внутри здания («неполный каркас»). Системы со *стеновым остовом — в одном или в нескольких* центрально расположенных стволах, которые обстроены по периферии стойками каркаса в один или несколько рядов и т. д.

Выбор конструктивных систем — один из основных вопросов, решаемых при проектировании зданий. Для ориентации приводятся общие сведения о примерных областях применения несущих остовов и конструктивных схем.

Стеновой (бескаркасный) несущий остов — самый распространенный в жилищном строительстве. Размеры жилых ячеек, необходимость членений стенами и перегородками с обеспечением звукоизоляции квартир и другие особенности обусловливают техническую целесообразность и экономическую оправданность применения бескаркасных зданий при строительстве жилища, а также тех гражданских зданий, в которых преобладает многоячейковая планировочная структура (гостиницы, санатории, больницы и т. п.).

Каркасный несущий остов применяется для зданий с большими, не разгороженными перегородками помещениями. Каркасный остов является основным для производственных зданий, независимо от их этажности для многих типов общественных зданий и сооружений. В жилищном строительстве объем применения каркасного остова ограничен.

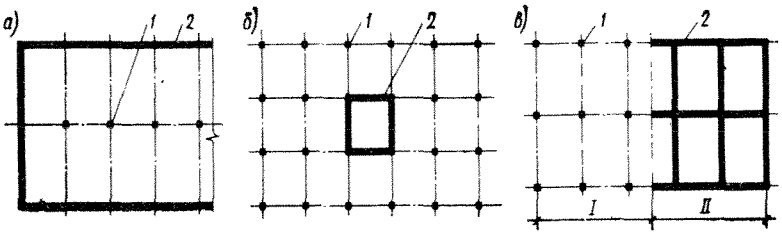


Рис. II.4. Конструктивные системы комбинированного остова:

а — неполный каркас; *б* — с ядром жесткости; *в* — с каркасным остовом в первых этажах (*I*) и со стеновым в вышележащих этажах (II); *1* — колонна; *2* — несущая стена

Применяются большей частью системы с поперечным расположением ригелей. Расположение ригелей в двух направлениях характерно для многоэтажных каркасных зданий при строительстве в сейсмических районах. Безригельный каркас применяется обычно в многоэтажных зданиях производственного назначения со значительными нагрузками на перекрытия, в многоэтажных гражданских зданиях с оригинальными компоновочными решениями планов и т. д.

Комбинированный несущий остов чаще применяется при строительстве гражданских многоэтажных зданий; в промышленном же строительстве значительно реже. Системы, в которых первые два-три этажа каркасные, а остальные бескаркасные, характерны для строительства многоэтажных жилых зданий на магистральных улицах, а также гостиниц, санаториев и т. п., т. е. зданий, в которых функционально используют первые этажи.

Пространственная жесткость и устойчивость здания. *Устойчивостью* здания называют его способность противодействовать усилиям, стремящимся вывести здание из исходного состояния статического или динамического равновесия. Например, при действии ветра, равнодействующая сил должна находиться в пределах подошвы фундамента (рис. II.5). *Пространственная жесткость* несущего остова — это характеристика системы, отражающая ее способность сопротивляться деформациям или, что то же, способность сохранять *геометрическую неизменяемость формы.* В строительной механике сооружение называется геометрически изменяемым в пространстве, если оно теряет форму при действии нагрузки; например, шарнирный четырехугольник (рис. II.6, *а*), к которому приложена небольшая горизонтальная сила; и, наоборот, шарнирный треугольник (рис. II.6, *б*) — геометрически неизменяемая система. Превращение четырехугольника в геометрически неизменяемую систему можно осуществить двумя способами: ввести один диагональный стержень (рис. II.6, *в*) или заменить узел шарнирного соединения стержней на жесткий, неизменяемый, способный воспринимать узловые моменты (так называемый *рамный,* рис. II.6, *г*).

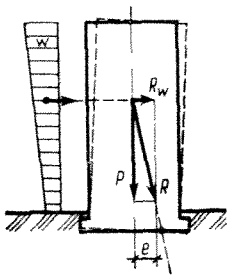


Рис. II.5. Схема устойчивой работы здания на ветровую нагрузку:
W, R_w — давление ветра; *P* — суммарная вертикальная нагрузка; *R* — равнодействующая; *e* — эксцентриситет

Систему (схему), полученную первым способом, называют *связевой* по наименованию диагонального стержня, именуемого *связью.* Вторую — *рамной.*

С помощью каждого из этих способов можно придать геометрическую неизменяемость любой многопролетной системе, состоящей из ряда стоек, шарнирно связанных с ригелями и с «землей». При этом достаточно придать геометрическую неизменяемость только **одному** из пролетов, чтобы **система** стала геометрически неизменяе-

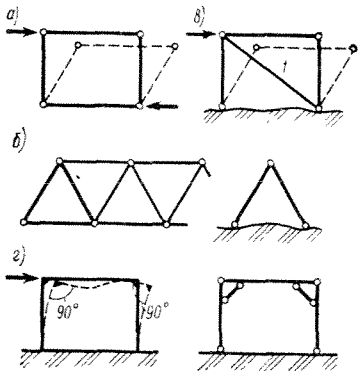


Рис. II.6. Геометрически изменяемые и неизменяемые стержневые системы:
а — изменяемая; *б* — неизменяемая; *в* — превращение изменяемой в неизменяемую; *г* — рамные конструкции; *1* — диагональный стержень

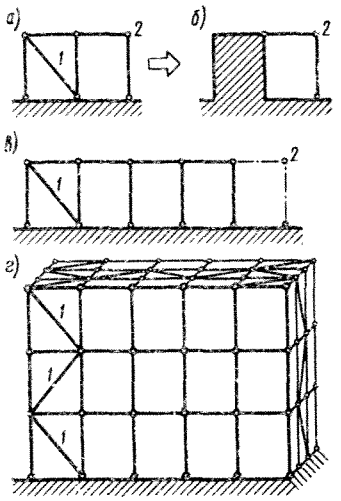


Рис. II.7. Образование геометрически неизменяемых систем:

а — подсоединение нового узла; *б* — модель той же системы; *в* — одноэтажная геометрически неизменяемая система; *г* — то же, многоэтажная; *1* — диагональный стержень; *2* — новый узел

мой. Для доказательства в один из пролетов вводится диагональный стержень (рис. II.7, *а*). Полученный геометрически неизменяемый четырехугольник можно считать «землей», рассматривая ее как неподвижную опору для шарнирно опертых на нее двух стержней узла *2* (рис. II.7, *б*), т. е. рассматривая полученное как вновь образованный треугольник — новую неизменяемую систему. Подобные рассуждения можно повторить, поочередно присоединяя каждый новый узел с двумя стержнями (рис. II.7, *в*). Вывод: доказано, что в многопролетной системе достаточно установить связи в одном из пролетов, чтобы система стала геометрически неизменяемой. Если рассмотреть многоэтажную систему (рис. II.7, *г*), то каждый нижележащий этаж со связями можно принять за «землю», а неизменяемость элементов следующего этажа достигается установкой связей в одном из пролетов.

Рассмотренные стержневые схемы моделируют (как это принято в строительной механике) или плоские каркасы, или проекции стен и перекрытий на плоскость чертежа. Соответственно приведенные доказательства относятся ко всем типам несущих остовов. Понятие же «геометрическая неизменяемость» тождественно понятию «пространственная жесткость», принятому в строительной практике. Соответственно связи именуют *«связями жесткости»*. Этот термин получил различные толкования, которые необходимо оговорить.

Так, помимо диагонального стержня геометрическая неизменяемость систем обеспечивается и другими способами: введением *диафрагмы жесткости, ядер жесткости* и т. п. Например, если в шарнирный четырехугольник вставить без зазоров панель — диафрагму — так, что она будет способна воспринимать сдвиговые усилия и моменты в своей плоскости, т. е. «исполнять обязанности» жесткого диска, то ее роль равносильна роли диагонального стержня; диафрагму жесткости относят к варианту связей жесткости (рис. II.8, *б*). Такой же эффект получается, если шарнирная система соединена с плоской стенкой пилоном и т. п. Они в данном случае «исполняют обязанности» связей жесткости; или, что то же, диафрагм, стенок, ядер жесткости. Нетрудно видеть, что в данном случае термин «связи жесткости» носит обобщенный характер. Вместе с тем, когда говорят «связи», то в первую очередь имеют в виду *стержневые* или *решетчатые* (рис. II.8, *а*).

Таким образом, существуют два способа обеспечения жесткости плоских систем — по *рамной* и по *связевой* схемам. Комбинируя ими при расположении элементов несущего остова в обоих направлениях здания, можно получить три варианта пространственных конструктивных схем здания: рамную, рамно-связевую, связевую. В третьем направлении — горизонтальном — перекрытия обычно рассматриваются как жесткие диафрагмы. Все эти варианты встречаются при проектировании каркасного несущего остова (рис. II.9).

Рамная схема представляет собой систему плоских рам (одно- и многопролетных; одно- и многоэтажных), расположенных в двух взаимно перпендикулярных (или под другим углом) направлениях — систему стоек и ригелей, соединенных жесткими узлами при их сопряжениях в любом из направлений.

Рамно-связевая схема решается в виде системы плоских рам, шарнирно соединенных в другом направлении элементами междуэтажных перекрытий. Для обеспечения жесткости в этом направлении ставятся решетчатые связи или стенки (диафрагмы) жесткости. Плоские рамы удобнее устанавливать поперек здания.

Связевая схема решения каркаса здания наиболее проста в осуществлении. Решетчатые связи, или диафрагмы жесткости, вставляемые между колоннами, устанавливаются через 24 ... 30 м, но не более 48 м и в продольном, и в поперечном направлениях; обычно эти места совпадают со стенами лестничных клеток.

Рамная схема применяется сравнительно редко. Трудоемкость построечных работ по обеспечению жесткости узлов, повышенный расход стали и т. п. ограничивают их применение в

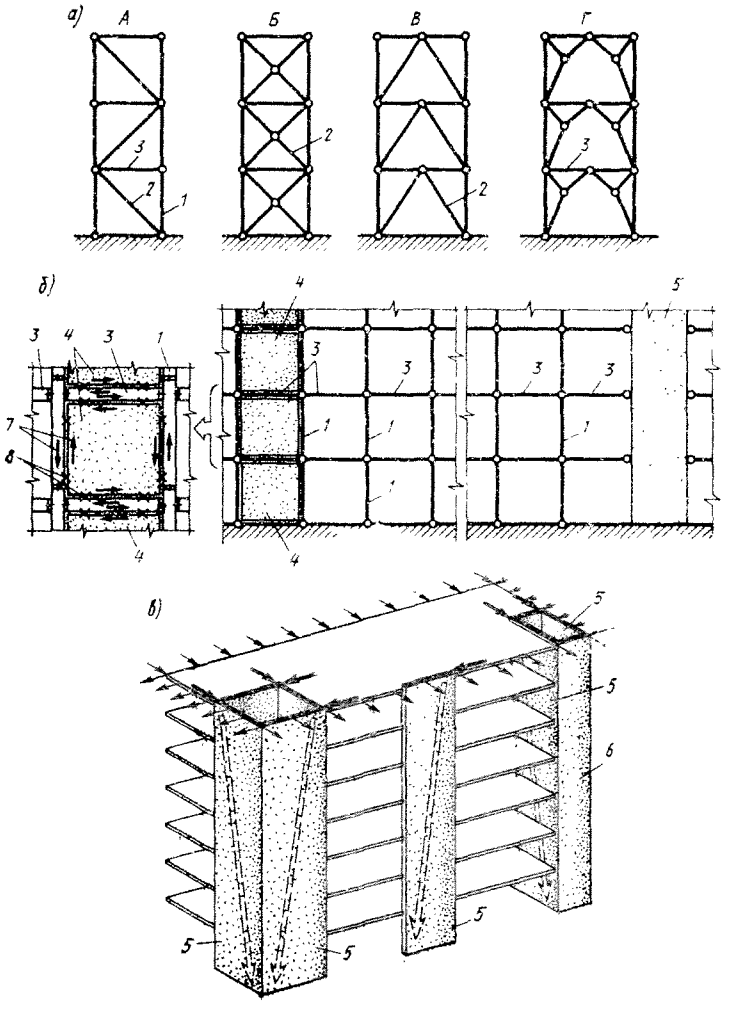


Рис. II.8. Вертикальные элементы жесткости (связи):

а — решетчатые связи; *б* — диафрагмы (панели жесткости); *в* — стены жесткости (ядра); *А—Г* — схемы решеток (*А* — треугольная; *Б* — крестовая; *В* — полураскосная; *Г* — портальная); *1* — стойка; *2* — диагональный стержень; *3* — ригель (плита) перекрытия; *4* — панель жесткости (диафрагма); *5* — стена жесткости; *6* — стена, не обеспечивающая жесткости (узкая); *7* — скалывающие усилия; *8* — места сварки панелей жесткости с элементами каркаса

сейсмических районах, зданиях, в которых на большом протяжении (48 ... 54 м) не допускается установка стен, перегородок и других преград и т. п. Чаще, особенно в производственных зданиях, применяют рамно-связевую схему.

Связевая схема оправдывает свое широкое применение большей простотой построечных работ, меньшими затратами труда и материалов и т. п.

При стеновом несущем остове и при различных системах остовов с неполным каркасом обычно применяют связевую схему; при этом наружные или внутренние стены выполняют функции диафрагмы или ядер жесткости, т. е. не требуется установка дополнительных стен. На рис. II.2, *в* показана схема передачи усилий от ветровых нагрузок через перекрытия на такие стены.

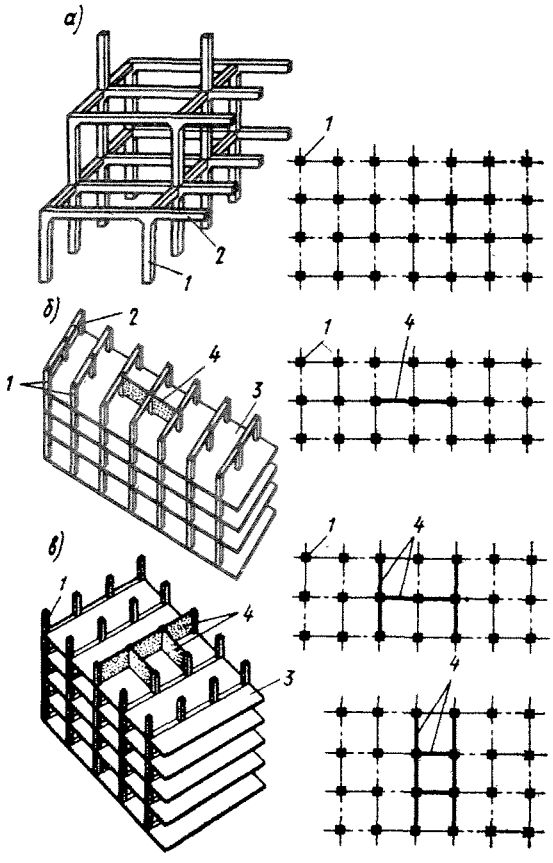


Рис. II.9. Конструктивные схемы каркасов:
а — рамная; *б* — рамно-связевая; *в* — связевая; *1* — колонна; *2* — ригель; *3* — жесткий диск перекрытия; *4* — диафрагма жесткости

II.2. Выбор материалов несущего остова

В предыдущем параграфе вопросы проектирования несущих конструкций рассматривались в «безматериальной форме». Инженерные же особенности зданий обязательно включают не только схемы решений несущего остова, но и материалы основных конструкций, технологию их изготовления, способы их возведения и т. п. Такую конкретную обобщенную характеристику инженерных решений принято называть *строительной системой* здания. Примеры строительных систем: здание с несущими стенами из крупных бетонных блоков; каркасно-панельный дом из сборного железобетона; здание с поперечными несущими стенами из кирпича и с навесными панелями и т. п. Во всех случаях в обязательном порядке упоминаются материалы и изделия несущего остова зданий, которые нельзя рассматривать вне связи с методами возведения зданий. Из них прогрессивным является монтаж (сборка) из изделий заводского изготовления — элементов конструкций, изготовленных на заводах и поставляемых на строительную площадку в готовом виде (например, плит перекрытий, панелей, стен и т. п.).

Крупным каменным стеновым *блоком* называют укрупненный монтажный элемент, изготовляемый на заводе из мелких камней, из легкого или тяжелого бетона.

Панель — вертикальный плоскостной элемент, геометрические характеристики которого тождественны пластинам (когда один генеральный размер — толщина, существенно меньше двух других). Панель выполняет одновременно несущие и ограждающие или только ограждающие функции.

Еще более укрупненным сборным изделием является *объемный блок* — предварительно изготовленная часть

объема строящегося здания (санитарно-техническая кабина, комната, квартира, помещение трансформаторной подстанции и т. п.).

Технология возведения зданий с применением в основном готовых изделий называется *полносборной*. К таким строительным системам относятся: *крупноблочная, крупнопанельная каркасно-панельная, объемно-блочная, каркасная* из сборных изделий и т. п.

Монолитными конструкциями называют строительные конструкции, главным образом бетонные и железобетонные, основные части которых выполнены в виде единого целого (монолита) непосредственно на месте возведения здания или сооружения. К монолитным же конструкциям можно условно отнести стены и столбы, возводимые из мелкоштучных камней в технике ручной кладки, имея в виду, что перевязка швов и применение связующего (раствора) позволяют создать единое целое любой формы. В последнем случае для характеристики технологии их возведений иногда применяют термин «традиционная».

При сочетании монолитных конструкций со сборными, способ возведения и окончательная конструкция называются *сборно-монолитными*.

Современная тенденция при строительстве массового жилища, большинства гражданских зданий, производственных и сельскохозяйственных характеризуется применением полносборных строительных систем; их удельный вес в строительстве превышает 85 %.

Вместе с тем наметилась тенденция к уменьшению масштабов типизации и типового проектирования в пользу большей индивидуализации городской застройки. Один из возможных способов состоит в возведении зданий из монолитного и сборно-монолитного железобетона, включая применение традиционных систем из мелкоштучных материалов. У такого способа имеются архитектурные преимущества: он позволяет получать любую форму здания, любые формы и размеры проемов, различную этажность и т. п. Такие строительные системы оправданы для зданий, доминирующих в застройке городов. Однако требования унификации геометрических параметров, нагрузок, типов изделий и для этих строительных систем должны соблюдаться так же, как и для полносборных.

При выборе строительных материалов имеет значение класс здания по капитальности, который регламентирует требования к степени огнестойкости и долговечности, что ограничивает применение материалов.

При этом учитываются также требования, связанные с условиями эксплуатации зданий — с климатом, с температурно-влажностным режимом помещений, с возможностью химической агрессии и т. п.

Безусловно, выбор строительного материала связан также с экономическими соображениями, с обязательностью учета местной строительной базы и т. п. Обычно все факторы тщательно анализируются на стадии разработки технико-экономических обоснований проекта.

Рекомендации самого общего порядка сводятся к следующему. Основным материалом массового строительства гражданских и производственных зданий в настоящее время является *железобетон*. Это один из наиболее долговечных и стойких материалов; он хорошо сопротивляется действию огня и коррозии. Как правило, применяется в сборном исполнении. Железобетон несколько дороже металла, но в условиях эксплуатации он выгоднее, поскольку не требует дополнительных расходов по периодической защитной отделке, окраске. Кроме того, на изготовление железобетонных конструкций требуется меньше металла, что способствует рациональному использованию металла в народном хозяйстве. Железобетон широко используется как при возведении каркасных остовов, так и при строительстве стеновых остовов; применятся как в сборном, так и в монолитном исполнении.

Штучные (мелкие) традиционные материалы искусственные (кирпич и

т. п.) и естественные известняки т. п.) могут использоваться при возведении стен и столбов в малоэтажном и отчасти в многоэтажном строительстве. Общая тенденция в массовом строительстве гражданских малоэтажных зданий и в промышленном строительстве—всемерное сокращение объемов традиционной каменной кладки, главным образом по причине ее неиндустриальности; возведение стен этим способом трудоемко, подвержено сезонности и погодным условиям, требует высокой квалификации каменщиков и т. п. Наряду с этим необходимо иметь в виду и значительные архитектурные преимущества традиционной кладки стен из штучных материалов: долговечность, надежность в эксплуатации и особенно возможность возведения стен любой формы и размеров. Поэтому применение стен из штучных материалов целесообразно при строительстве зданий по индивидуальным проектам не массовой застройки, а также при реконструкции и реставрации городской застройки.

Металл (сталь) применяется главным образом в несущих конструкциях покрытий больших пролетов. При возведении колонн каркаса одноэтажных производственных зданий применение металла целесообразно при большой высоте здания или при значительных нагрузках от мостовых кранов. Металлический несущий остов рекомендуется в тех случаях, когда специфические условия производственного процесса (например, в металлургической промышленности) делают не целесообразным применение железобетона (периодические тепловые воздействия и т. п.). Металлический несущий остов может применяться при возведении каркасов высотных зданий в случаях ограничения несущей способности сборного железобетона и в других специально оговоренных случаях, с последующим обетонированием всех несущих конструкций. Кроме того, стальные изделия могут применяться в виде отдельных элементов несущего остова (решетчатые связи жесткости, фахверк торцов расширения, балки и т. п.). Во всех случаях применение металла должно быть обосновано и соответствовать требованиям СНиП 2.01.02—85 «Противопожарные нормы».

Дерево как материал несущего остова обладает рядом преимуществ (дешевизна, простота изготовления) и рядом существенных недостатков (недолговечность, горючесть). Последние качества ограничивают сферу применения древесины малоэтажным жилищно-гражданским строительством, производственными и складскими помещениями для сельского хозяйства, подсобными помещениями в промышленности, производственными зданиями лесной промышленности, временными сооружениями. Клееные деревянные конструкции, обработанные спецнальными составами, значительно меньше подвержены гниению и возгораемости. Они перспективны в качестве несущих конструкций покрытий зальных помещений общественного назначения, включая здания с большими пролетами.

Синтетические материалы, получающие все большее применение в ограждающих конструкциях, однако, почти не применяются в элементах несущего остова зданий в силу специфики их физико-механических свойств. Исключение — специальные виды конструкций (пневматические, тентовые и т. п.).

II.3. Членение зданий на деформационные отсеки, решения деформационных швов

Деформацией называют изменение формы или размеров материального тела (или его части) под действием каких-либо физических факторов (внешних сил, нагревания и охлаждения, изменение влажности и от других воздействий). Некоторые виды деформаций названы в соответствии с наименованиями воздействующих на тело факторов: *температурные, усадочные* (усадка — сокращение размеров материального тела при потере влаги его

материалом); *осадочные* (осадка — оседание фундамента при уплотнении грунта под ним) и др. Если под материальным телом понимать отдельные конструкции или даже конструктивную систему в целом, то подобные деформации при определенных условиях могут служить причиной нарушений их несущей способности или потери ими эксплуатационных качеств.

Так, наружные стены зданий и бесчердачные покрытия можно рассматривать как единые жесткие плиты, которые, находясь в изменяющихся температурных условиях наружного воздуха, стремятся изменить свои размеры и притом не одинаково по сечению плит: их поверхности, обращенные в сторону помещений, находятся в стационарных температурных условиях и не претерпевают температурных деформаций. В таких же условиях находятся и конструкции несущего остова, примыкающие к плитам покрытий. Эти конструкции препятствуют стремлению наружных поверхностей плит изменить свои размеры, что приводит к возникновению сложного напряженного состояния: во всех конструктивных элементах возникают огромные внутренние усилия, следствием которых могут быть трещины и другие дефекты. Механизм таких температурных деформаций показан на схеме рис. II.10, *а* на примере одноэтажного каркасного здания: основания колонн и фундаменты расположены в зоне постоянной температуры, в связи с чем в уровне пола размеры $L=\Sigma l$ не претерпевают изменений; изменяются размеры плиты покрытия на величину $\pm\Delta L_t=\Sigma l\alpha_t\Delta t$ ($\pm\Delta t$ — амплитуда колебаний температуры наружного воздуха °С; α_t — коэффициент линейной деформации материала).

Из схемы видно, что величина прогибов крайних колонн тем больше, чем больше длина здания $L=\Sigma l$ и Δt(°С). Отсюда следует, что предотвратить нежелательные прогибы, разрывы и другие возможные дефекты можно при проектировании, в процессе установления габаритных размеров зданий: приняв расчетные значения Δt(°С), соответствующими району строительства, можно установить предельные значения L. Обычно для этого используют рекомендации нормативных документов или производят специальный расчет. В тех случаях, когда длина (или ширина) зданий превышает эти предельно допустимые значения, здания расчленяются на отдельные объемы, длиной L_t, которые называют *температурными отсеками*. Такое расчленение производится разрезкой всех конструкций здания от карниза до верха фундаментов с образованием *температурного шва* (тип А на рис. II.10, *б*, *в*; рис. II.11, *а*).

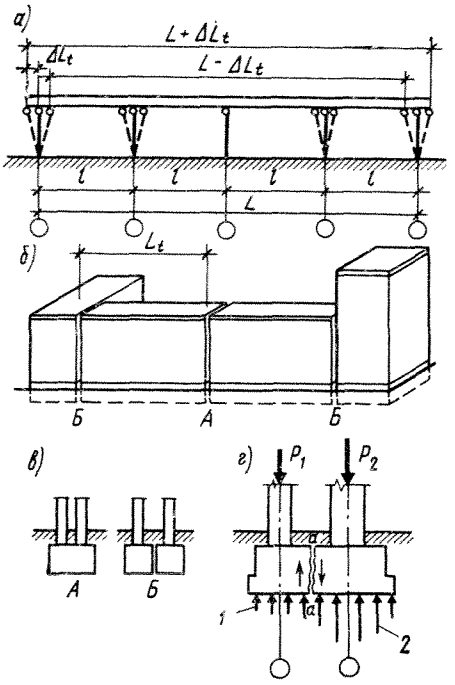


Рис. II.10. Деформационные отсеки и швы здания:

а — схема температурных деформаций в конструкциях одноэтажного здания; *б* — схема размещения деформационных швов; *в* — схемы работы и устройства фундаментов в местах деформационных швов; *г* — схема работы общего фундамента под парные вертикальные опоры при $P_1\neq P_2$; *1*, *2* — давления под подошвой фундамента; *а—а* — направление возможного сдвига; *А* — шов на общем фундаменте; *Б* — то же, на раздельном; *Lt* — температурный отсек

Размеры температурных отсеков зависят от типов и материалов несущего остова. Длина отсека в каркасных зда-

Таблица II.1. **Расстояние между температурными швами каменных зданий**

Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки	Расстояние между температурными швами, м, при кладке			
	из глиняного кирпича, керамических и природных камней, крупных блоков из бетона или глиняного кирпича		из силикатного кирпича, бетонных камней, крупных блоков из силикатного бетона и силикатного кирпича	
	На растворах классов			
	50 и более	25 и менее	50 и более	25 и менее
Минус 40°С и ниже	50	60	35	40
Минус 30°С	70	90	50	60
Минус 20°С и выше	100	120	70	80

ниях из железобетона обычно не превышает 60...72 м; в каркасных одноэтажных зданиях из металла эта длина может быть больше в 2...2,5 раза. В многоэтажных зданиях с каменным несущим остовом размеры отсеков принимаются в пределах 40...100 м (СНиП II-22—81 «Каменные и армокаменные конструкции»); в таких же зданиях из крупных панелей этот размер равен 75...150 м (ВСН 32—77 Госгражданстроя СССР «Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий»). В приведенных цифрах низшие значения относятся к наиболее суровым климатическим условиям (большим значением Δt, °С) и к низшим классам строительных материалов, что иллюстрируется табл. II.1 (по СНиП II-22—84).

При усадке материалов (в монолитных конструкциях, при каменной кладке стен) необходимо учитывать *усадочные* деформации, что также вызывает необходимость разбивать здание на отсеки. Размеры таких отсеков во многих случаях совпадают с размерами температурных, в связи с чем их чаще всего объединяют, называя в таких случаях и отсеки и швы *температурно-усадочными*.

Совершенно иной механизм деформаций при неравномерной *осадке* оснований здания: они направлены по вертикали и могут вызвать перекосы,

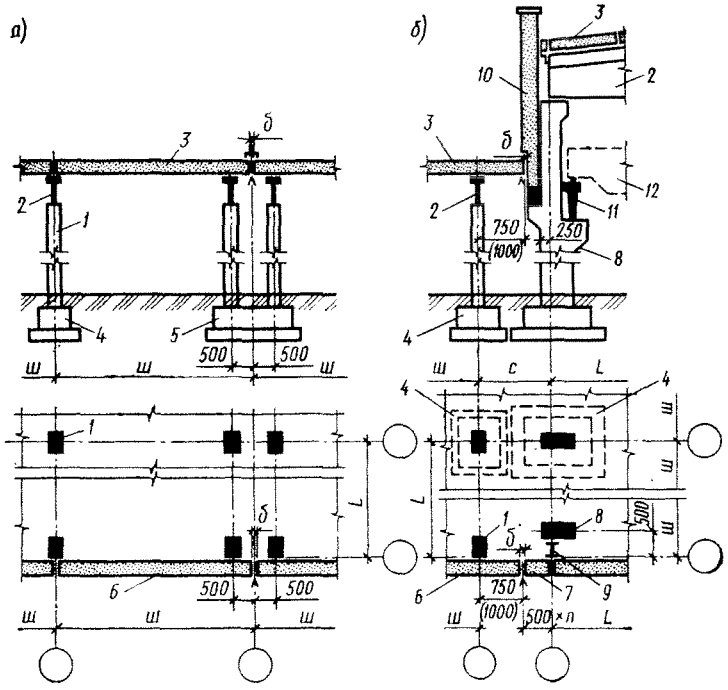


Рис. II.11. Примеры решения деформационных швов в зданиях:

а — температурный; *б* — осадочный шов; *1, 8* — колонна; *2* — пролетная конструкция; *3* — плита покрытия; *4* — фундамент под колонну; *5* — общий фундамент под две колонны; *6* — панель стены; *7* — вставка; *9* — стойка фахверка; *10* — навесная стена; *11* — подкрановая балка; *12* — мостовой кран

сдвиг и т. п. Такие деформаци возможны при значительной разнице в нагрузках на вертикальные опоры (рис. II.10, *г*); при несовпадении конструктивных систем и т. п. Первый из этих случаев может иметь место, например, при значительной разнице в высоте (порядка 10 м и более) сопрягаемых частей здания (рис. II.10, *б*, тип «Б» справа); второй — при развороте одного из сопрягаемых объемов (там же, тип «Б» слева). Возможны и более сложные случаи (рис. II.11, *б*).

Принципиальная разница в устройстве *осадочного* шва в отличие от температурного состоит в разрезке всех конструкций здания, включая фундаменты (тип «Б» в отличие от типа «А» на рис. II.10, *в*). Необходимо развивать подошву каждого из сопрягаемых фундаментов. Это требует места, в связи с чем вертикальные несущие конструкции раздвигаются на большее расстояние, чем в месте температурного шва; это расстояние определяется расчетом, так как несущая способность основания и величины нагрузок могут существенно различаться.

Обычно при устройстве осадочных швов температурные швы с ними совмещаются. В этом случае шов, равно как и отсек, называют *температурно-осадочным*. Это не исключает случаев, когда в пределах отсека, разделенного такими швами, требуются еще и дополнительные температурные швы.

Часто к рассмотренным видам швов и отсеков применяют более обобщенные термины: *деформационные швы* и *деформационные отсеки*. Этот термин распространяют и на *антисейсмические швы* и другие, рассмотренные в разд. VI.

Деформационные швы в ограждающих конструкциях решаются сравнительно однотипно, чего нельзя сказать о конструкциях несущего остова. Наиболее просты конструктивные решения температурных швов. В одноэтажных зданиях это достигается устройством парных колонн (рис. II.11, *а*); об этом подробнее см. разд. III.

В многоэтажных зданиях принимается во внимание конструктивная система несущего остова. В случае поперечных несущих стен шов устраивают на сопряженных парных стенах (рис.

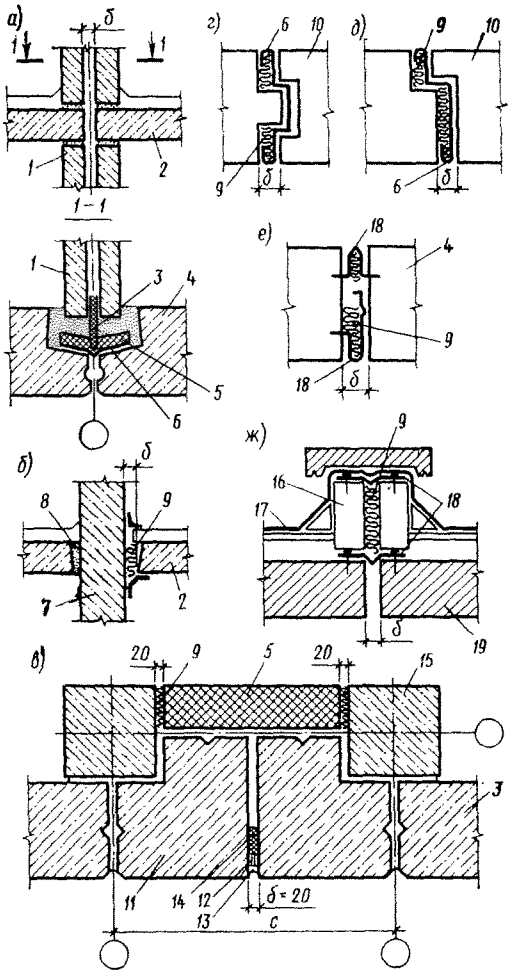


Рис. II.12. Конструктивные решения деформационных швов во внутренних, в наружных стенах и в покрытиях:

а — в многоэтажном здании при поперечных несущих стенах; *б* — то же, у поперечной стены при продольных несущих стенах; *в* — то же в каркасных зданиях; *г, д, е* — в наружных стенах, (*г* — со штрабой (пазом) и гребнем; *д* — в четверть; *е* — с компенсаторами); *ж* — в покрытии; *1* — несущая поперечная стена; *2* — плита перекрытия; *3* — термовкладыш, обернутый толем; *4* — наружная навесная панель; *5* — термовкладыш; *6* — компенсатор из рулонных материалов; *7* — поперечная неиесущая внутренняя стена; *8* — раствор; *9* — слой пакли; *10* — наружная стена; *11* — угловой элемент фасадных панелей; *12* — эластичная мастика; *13* — защитный слой; *14* — упругий шнур (гернит); *15* — колонна; *16* — бортовой элемент; *17* — кровля; *18* — компенсатор из кровельной стали; *19* — плита покрытия

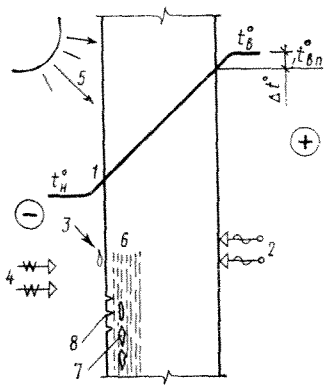


Рис. II.13. Схема физических воздействий на наружную стену:

1 — поле (распределение) температур в стене из однородного материала; *2* — диффузия влаги; *3* — осадки; *4* — ветер; *5* — солнечная радиация; *6* — зона возможного выпадания конденсата; *7* — линзы льда; *8* — зона возможных трещин

II. 12, *а*); при этом типоразмеры плит перекрытий и навесных панелей сохраняются. При продольных несущих стенах конструкции «разрезаются» вдоль одной из поверхностей поперечной стены (рис. II.12, *б*).

В многоэтажных каркасных зданиях обычно применяют парные колонны, расстояние между которыми *с* заполняется угловыми элементами навесных панелей (рис. II.12, *в*) или специально изготовленной вставкой.

Также со вставкой решаются *осадочные швы* (рис. II.11, *б*). На рис. II.12, *г*, *ж* показаны схемы решений швов в стенах и в совмещенных покрытиях. Величина шва устанавливается расчетом, но она не должна быть меньше 2 см. В шве покрытия устраивают компенсаторы из оцинкованной стали, между которыми располагаются термовкладыши. При возможности аналогично решают и температурный шов стены, однако установка компенсаторов сложна. Обычно на всю толщину стены укладывают термовкладыш в обертке из рубероида. В осадочных швах дополнительно прокладывают два слоя толя, облегчающих взаимное скольжение двух стен при неравномерной осадке.

II.4. Ограждающие конструкции, требования к ним. Методология их проектных решений

В отличие от несущих конструкций, для которых первичной является оценка их статической работы под нагрузками, для ограждающих первичными являются воздействия несилового характера: потоков влаги и тепла, распространение звуковых волн и т. п.

Наружные стены. Факторы, воздействующие на них в самом общем случае, показаны на рис. II.13 (в частных случаях к ним могут быть добавлены: химическая агрессия как с внешней, так и с внутренней стороны, особый тепловлажностный режим помещений и т. п.). В этих условиях стена должна прежде всего удовлетворять требованиям теплотехники.

Теплозащитные свойства стен зависят от способности строительного материала передавать теплоту, что характеризуется коэффициентом теплопроводности. Чем меньше плотность, тем меньше величина *коэффициента его теплопроводности,* тем лучше теплозащитные свойства стен.

Теплоустойчивость—тепловая инерция — характеризует способность стены сохранять неизменным тепловое состояние своих внутренних слоев. Это состояние может быть нарушено тепловыми волнами, распространяющимися в теле стены и вызванными периодическими суточными погодными изменениями температуры наружных поверхностей. Если эти тепловые волны угасают в теле стены настолько, что амплитуда колебаний температуры внутренних поверхностей незначительна, значит, стена обладает хорошей *тепловой инерцией.* Обычно такими бывают массивные стены из достаточно плотных материалов (камня, кирпича и т. п.). Стены из материалов малой массы не обладают такой инерцией.

Воздухопроницание характеризует интенсивность фильтрации воздуха че-

рез поры материала и неплотности конструкций (инфильтрация) при разности давлений на наружных и внутренних поверхностях, вызванных гравитацией, ветровым напором и т. д. Инфильтрация в ограниченных пределах полезна ограждающей конструкции, так как способствует просушке стен, уменьшает влажность помещений, интенсифицируя их воздухообмен.

Необходимость обеспечения этих теплофизических свойств дает представление о желательной структуре материала стен: с позиций теплопроводности предпочтительнее пористые структуры и, наоборот, более плотные — с позиций теплоустойчивости и воздухопроницания.

Одновременно стена должна обладать еще и таким сопротивлением паропроницанию, при котором недопустимо или ограничено накопление в ней влаги за холодный период года, поскольку увлажнение стен приводит к снижению морозо-, био- и влагостойкости материалов. Но самое важное — это ухудшение теплозащитных свойств стены. Основная причина проникновения влаги в стену — диффузия паров *2* (рис. II.13) из помещений, в которых парциальное давление этих паров влаги всегда больше, чем снаружи. Крайне нежелательно увлажнение материала стен при выпадении конденсата. Конденсат выпадает обычно в холодное время года, когда температура в теле стены имеет отрицательные значения. Диффузирующие пары влаги, перенасыщаясь при остывании, могут конденсироваться в зоне *6*.

Выпадение конденсата помимо снижения теплозащитных свойств стены может явиться к тому же и причиной разрушения поверхностных слоев. Механизм такого возможного разрушения состоит в следующем. В процессе замораживания воды, конденсировавшейся в порах материала, образовавшийся лед, увеличиваясь в объеме, давит на стены этих пор, которые вследствие этого испытывают растягивающие усилия. Они и могут служить причиной возникновения трещин, а также и разрушений поверхностных слоев стены.

Меры по ограничению паропроницания сводятся к следующему. В тех случаях, когда материал стен или теплоизоляция стен имеет пористую структуру, на внутренней поверхности стен необходим защитный слой пароизоляции. В случае, если материал стен имеет плотную структуру, наиболее плотные слои следует располагать ближе к внутренней поверхности.

К защитным от паров влаги мероприятиям следует отнести и меры по их удалению, если некоторая часть паров проникает в стены через неплотности, трещины, что неизбежно.

В этих целях материалы большей пористости рациональнее размещать ближе к наружным слоям стены; но не на самой наружной поверхности, которая подвержена воздействию осадков, ветра и т. п. Поэтому на наружной поверхности необходим защитный слой из плотных структур.

Из рассмотренного наметились методические предпосылки по проектированию стены как *ограждающей* конструкции. Но всем видам стен в той или иной мере присущи еще и *несущие* функции.

Есть два метода совместного учета ограждающих и несущих свойств стеновых конструкций: *совмещение* этих функций и их *разделение*. В первом случае конструкция получается *однослойной*, а во втором—*многослойной* или ее еще называют *слоистой*. Во втором случае каждый слой обычно имеет свое назначение: теплоизоляционный, звукоизоляционный, пароизоляционный, отделочный и т. п.

Принципиальная схема возможных решений наружных стен представлена на рис. II.14, *а—г*. Здесь позиция *2* означает любой эффективный однородный матернал, способный совмещать несущие и изолирующие функции, — керамзитобетон, эффективный кирпич, деревянные брусья и т. п. Для остальных случаев позиция *4* предполагает любой материал плотной структуры с несущими функциями. Воздушная

прослойка *9* — один из возможных вариантов эффективных средств теплозащиты. Воздушная прослойка в ограждениях эффективна только в случае изоляции ее пространства от проникновения и перемещения в ней частиц наружного и внутреннего воздуха. Это в равной мере относится не только к прослойкам в стеновом ограждении, но и к любым видам прослоек двойных или тройных светопрозрачных ограждений и т. п.

Стеновые ограждения будут эффективны, если в дополнение к сказанному будут применены конструктивные приемы, предупреждающие местные промерзания — «мостики холода». К ним относятся случаи, когда в наружную стену включаются конструктивные элементы из материалов большей теплопроводности: плиты балконов, заглубленные с наружной стороны (рис. II.14, *д*), железобетонные колонны или балки, втопленные с внутренней стороны (рис. II.14, *е*) и т. п. В этих местах оставшихся участков стен недостаточно для тепловой защиты, и эти «температурные мостики» являются причиной местного понижения температуры внутренней поверхности и образования конденсата. Меры борьбы — введение слоя эффективного утеплителя (рис. II.14, *ж*, *и*).

Конкретные реализации этих методических предпосылок рассмотрены в разд. III—V.

Междуэтажные перекрытия. Факторы, воздействующие на них, показаны на рис. II.15. Важнейшая ограждающая функция перекрытий — *звукоизоляция*. Механизм прохождения звуковых волн через междуэтажные перекрытия различен в зависимости от источника звука. Различают *ударный* и *воздушный* звуки. Ударный (поз. *4* рис. II.15 получается при ударах на конструкцию, танцах, ходьбе. Он вызывает мембранные колебания самих конструкций. Небольшая часть звуковых волн проходит через материал конструкции непосредственно. Воздушный звук (речь, звуки радио и т. п.) передается ограждающим конструкциям в виде воздушных звуковых волн *3*, большая часть которых отражается поверхностями. Через ограждения воздушный звук может проникать двумя путями: через неплотности, трещины перекрытий — основной путь; второ-

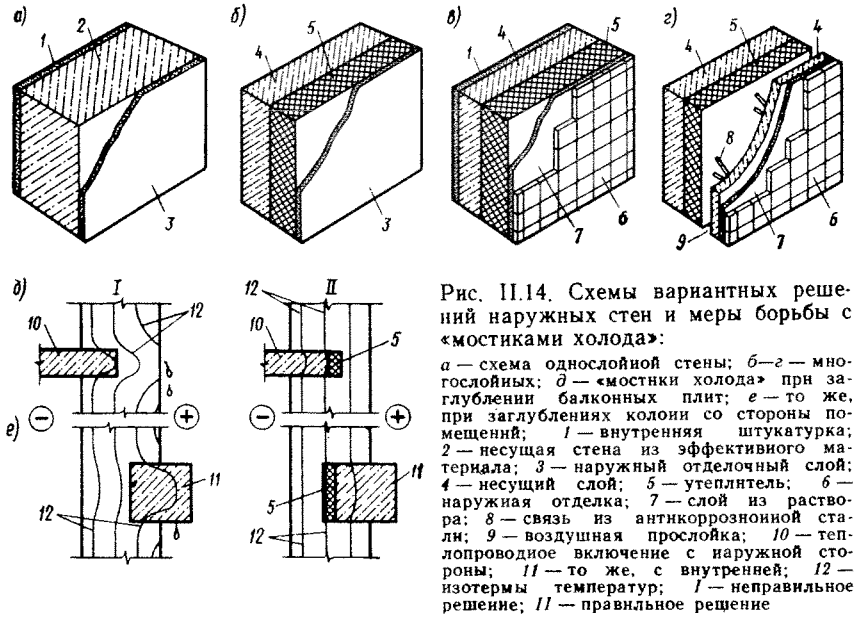


Рис. II.14. Схемы вариантных решений наружных стен и меры борьбы с «мостиками холода»:

а — схема однослойной стены; *б—г* — многослойных; *д* — «мостики холода» при заглублении балконных плит; *е* — то же, при заглублениях колонн со стороны помещений; *1* — внутренняя штукатурка; *2* — несущая стена из эффективного материала; *3* — наружный отделочный слой; *4* — несущий слой; *5* — утеплитель; *6* — наружная отделка; *7* — слой из раствора; *8* — связь из антикоррозионной стали; *9* — воздушная прослойка; *10* — теплопроводное включение с наружной стороны; *11* — то же, с внутренней; *12* — изотермы температур; *I* — неправильное решение; *II* — правильное решение

степенный — вследствие колебаний конструкций как мембраны.

Исходя из этого, мероприятия по звукоизоляции перекрытий сводятся к следующему:

1. Одна из эффективных мер борьбы с воздушным звуком — тщательная заделка всех неплотностей в стыках между сборными элементами, в местах сопряжений перекрытий со стенами 7 и т. д.

2. Для устранения мембранных колебаний можно применить два способа. Первый состоит в увеличении массивности конструкций, их веса. Второй — в устройстве многослойных конструкций со слоями различной звукопроницаемости.

Смысл первого способа состоит в обеспечении такой инерционности массивных конструкций, при которой энергия звуковых волн не возбуждала бы в них колебаний. Смысл же второго способа состоит в том, что на границах двух смежных сред (слоев) энергия звуковых волн уменьшается за счет отражения от каждой новой (по ходу движения) среды (слоя).

Конструкции, выполненные по первому способу, называются акустически однородными (они, исключая конструкцию пола, однослойны); по второму — акустически неоднородными.

Преимущества первого способа заключаются в сравнительной простоте изготовления; преимущества второго — в значительно меньших массе конструкций, и расходе материалов. Так, масса акустически однородных междуэтажных ограждений жилых зданий ориентировочно не должна быть менее 300...400 кг/см^2; масса же акустически неоднородных обычно не превышает 200...250 кг/м^2.

3. Эти меры необходимы и достаточны для изоляции как от воздушного, так и от ударного звуков, но при одном обязательном условии: глушении ударного звука в пределах конструкции пола, до того, как звуковые волны попадут на несущие элементы перекрытий. Дело в том, что плотные материалы этих элементов не только

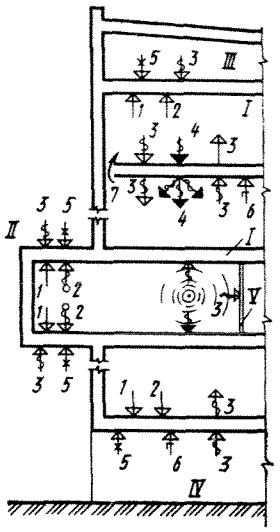


Рис. II.15. Схема распределения воздействий среды на перекрытия и перегородки:

I — перекрытия; *II* — эркер; *III* — неотапливаемый чердак; *IV* — проезд под зданием; *V* — перегородки; *1* — движение теплового потока; *2* — диффузия водяного пара; *3* — воздушный шум; *4* — ударный шум; *5* — воздухопроницание; *6* — возможное газопроницание; *7* — вентиляция перекрытий

хорошо отражают воздушные звуковые волны, но и хорошо проводят попадающие непосредственно на них ударные. Изоляция от ударного звука обеспечивается: применением упругих прокладок между конструктивными элементами пола и несущими конструкциями перекрытий; применением упругого основания пола (из релина, тапифлекса и т. п.).

На рис. II.16 схематически показаны методические принципы проектирования акустически однородных (*а*) и неоднородных (*б*—*е*) конструкций. Неоднородность достигается обычно включением воздушной прослойки при различных комбинаторных сочетаниях раздельных пола и потолка. В пределах воздушной прослойки, которая может быть полностью или частично заполнена звукоизолирующим материалом, в значительной мере поглощаются звуковые волны. Способы устройства подвесных потолков приведены в гл. XXIII.

Все сказанное относится к «прямой» передаче звука — в направлении

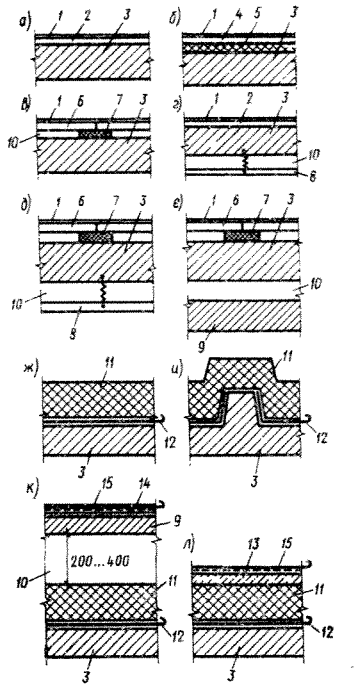


Рис. II.16. Схемы изоляции перекрытий:

а — акустически однородное перекрытие; *б—е* — акустически неоднородное перекрытие; *ж, и* — чердачное перекрытие; *к* — совмещенное (вентилируемое) покрытие; *л* — совмещенные (невентилируемое) покрытие; *1* — пол; *2* — упругая основа пола; *3* — несущая конструкция; *4* — стяжка; *5* — слои звукоизоляционного материала; *6* — плита пола; *7* — звукоизоляционная прокладка; *8* — подвесной потолок; *9* — раздельное перекрытие; *10* — воздушная прослойка; *11* — утеплитель; *12* — парогазоизоляция; *13* — жесткая стяжка; *14* — выравнивающий слой; *15* — гидроизоляционный ковер

движения звуковых волн. Помимо этого существует и косвенная (обходная) передача звуковых волн, возбуждаемых в конструкции, другим конструкциям, смежным с ней. Это особенно часто встречается в современных зданиях при наличии жестких связей между конструкциями из материалов большой плотности. Одна из существенных мер изоляции от такого шума, называемого структурным, состоит в надежном глушении звуков в перекрытиях, в которых находятся источники звуков. Надежного звукоглушения можно достигнуть устраивая раздельные полы и потолки.

Другие типы перекрытий. В чердачных перекрытиях, как и в наружных стенах, важнейшей ограждающей функцией является теплоизоляция. Поэтому основное внимание уделяется: обеспечению требуемой толщины теплоизоляционного слоя; дополнительной теплоизоляции отдельных мест, в которых возможно образование мостиков холода (рис. II.16, *и*); предупреждению увлажнения изоляционных материалов. Толщина слоя теплоизоляции устраивается с учетом того, является ли чердак отапливаемым или нет. В малоэтажном строительстве чердаки, как правило, не отапливаются. В многоэтажном жилом строительстве возможны оба варианта. Основные средства, предупреждающие увлажнение утеплителя парами влаги из помещений (см. рис. II.15, *2*): устройство защитного слоя пароизоляции перед утеплителем по ходу движения паров, т. е. в данном случае ниже утеплителя; проветривание чердаков для удаления паров влаги, прошедших через неплотности, и т. п.

Над эркером *II* (см. рис. II.15), над отапливаемым чердаком совмещаются функции чердачного перекрытия и кровли. Такая ограждающая конструкция — совмещенное бесчердачное *покрытие* — применяется не только в упомянутых местах, но является основным типом покрытий производственных зданий, многих общественных и ряда жилых. Методически конструкция этого ограждения может выполняться двумя способами:

1. Крыша и перекрытие, играющее роль чердачного, остаются в виде раздельных частей со сплошным воздушным продувом (рис. II.1, *к*).

2. Кровля и чердачное перекрытие объединяются. Взамен несущих элементов крыши устраивается основание кровли (стяжки) в виде сплошного слоя жесткого материала, укладываемого поверх утеплителя (рис. II.16, *л*).

В первом варианте получаются *вентилируемые совмещенные покрытия*, которые правильнее называть совмещенными бесчердачными крышами (по аналогии с чердачными крышами). Во втором имеет место не только совмещение функций кровли и чердачного

перекрытия, но и упрощение их конструктивных решений. За счет этого второй вариант дешевле первого на 10...15% и менее трудоемок. Такие покрытия бывают невентилируемыми и частично вентилируемыми. Подробнее о них см. § XIII.2.

Особенности перекрытий под эркером и над проездом *IV* (см. рис. II.15) состоят в том, что в отличие от междуэтажных они должны предусматривать теплоизоляцию. Защитный слой пароизоляции, который должен располагаться перед теплоизоляцией, в данном случае укладывается выше утеплителя — под конструкцией пола. Эти же перекрытия должны иметь защитный слой на нижней поверхности — для предохранения от воздухопроницания, а иногда и газопроницания (см. рис. II.15, *в*). Кроме того, этот слой является отделочным (подробнее об этом см. гл. XXVIII).

Водонепроницаемость — свойство, необходимое перекрытиям помещений с влажностным режимом эксплуатации (душевые и санитарные узлы в бытовых помещениях, моечные в банях, санузлы в жилых домах). В подобных случаях под полом устраивается гидроизоляционный ковер, края которого заводят по контуру на стены.

II РАЗДЕЛ

АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

III Глава. Общие сведения

III.1. Элементы малоэтажных жилых зданий и требования к ним

Малоэтажные жилые здания обычно строят в сельской местности и в зонах рабочих поселков высотой в 1...3 этажа. Основную группу таких зданий составляют одноквартирные и двухквартирные дома усадебного типа, в надземной части которых располагают не более двух этажей, а в подземной—один подвальный или цокольный этаж (рис. III.1). В состав малоэтажного жилого дома входят следующие основные элементы: фундамент, стены, перегородки, перекрытия и крыша. Стены по ограждающим функциям различают наружные и внутренние, по несущим функциям — наружные стены могут быть несущими и самонесущими, внутренние стены — только несущими. Фундаменты в основном выполняют несущие функции— принимают на себя нагрузку от надземной части здания и передают ее на грунт. Исключение составляют стены подвала, где ленточные фундаменты выполняют функцию подземных стен, которые преграждают доступ влаги грунта в помещения подвала. В этом же случае при наличии высокого уровня грунтовых вод появляется необходимость в дополнительном конструктивном элементе несущей конструкции пола (железобетонной плиты или несущего короба).

Основные конструктивные элементы малоэтажных домов (фундаменты, стены и перекрытия) в совокупности составляют несущий остов здания. Система остова состоит из взаимосвязанных несущих и загружающих частей. Так, в одноэтажном здании несущие элементы чердачного перекрытия (балки) должны воспринимать нагрузку от собственной массы, массы материалов ограждения и массы предметов, которые могут оказаться на чердаке в процессе эксплуатации здания (полезная нагрузка), и передать ее на стены. По отношению к стенам чердачное перекрытие является загружающей частью остова, а стена—несущей частю остова. Одновременно для несущих элементов чердачного перекрытия масса ограждения (утеплитель и др.) и полезная нагрузка являются тоже загружением. В свою очередь стены воспринимают нагрузку перекрытия чердака, крыши и собственной массы, передают ее на фундаменты, которые с собственной массой передают все воспринятое на основание. В такой системе конструктивных элементов остова фундаметы являются несущими для всех расположенных выше частей дома, а стены несущими для частей перекрытий и крыши и т. д.

В системе несущего остова различают две основные группы несущих конструктивных элементов — горизонтальные (балки над проемами фундаментов и стен и перекрытия) и вертикальные (фундаменты, стены и столбы). Все эти элементы должны удовлетворять требованиям прочности и жесткости, а к вертикальным элементам еще предъявляется требование устойчивости.

По степени народнохозяйственной значимости класс капитальности малоэтажных жилых зданий установлен в пределах II...IV. Степень огнестойкости таких зданий в основном зависит от материала стен, перекрытий и принимается в пределах II...V. По долго-

вечности конструкции малоэтажных домов проектируют в пределах II...IV степени. При этом несущие элементы обязательно проектируют из более долговечных и огнестойких материалов, чем загружающие. Например, на деревянные стены никогда не опирают перекрытия из железобетоиа.

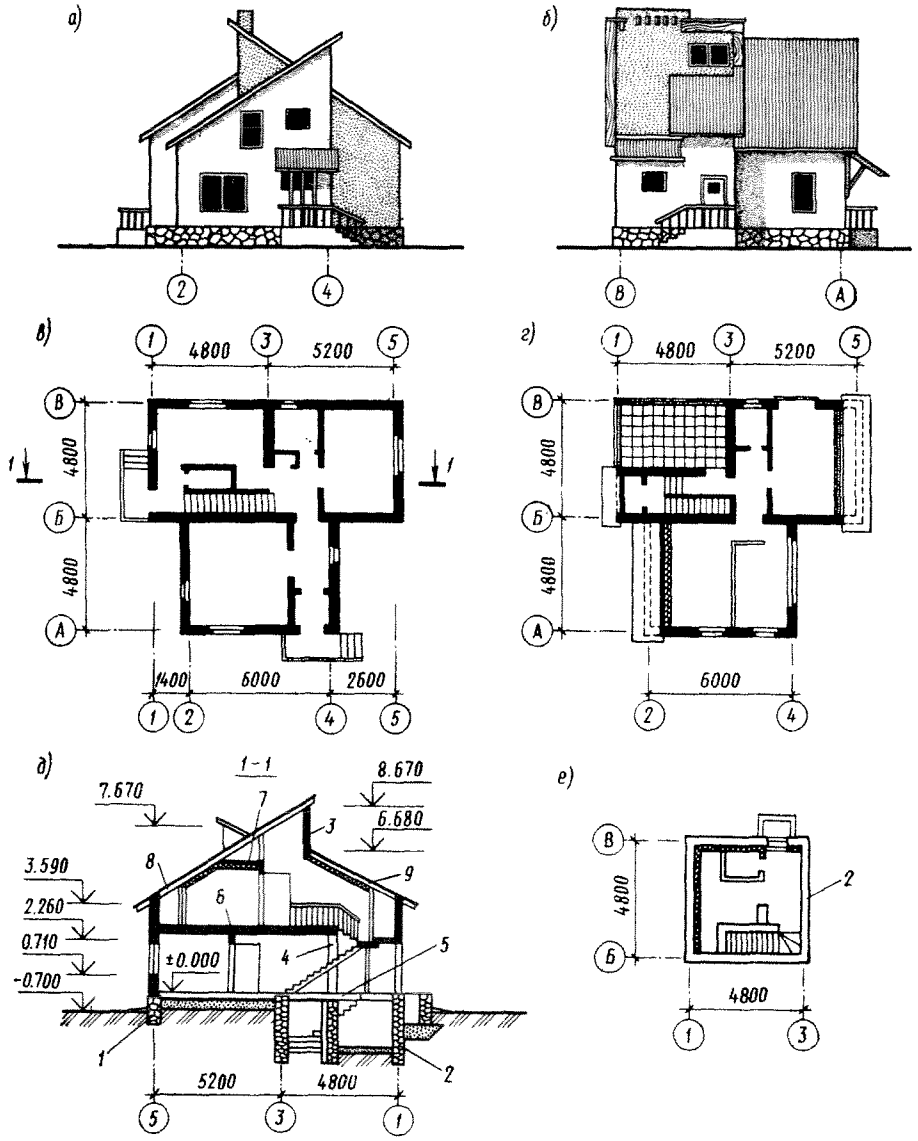


Рис. III.1. Одноквартирный мансардный дом:

а, б — фасады; *в* — план; *г* — план мансарды; *д* — разрез *1—1*; *е* — план подвала; *1* — фундамент; *2* — стена подвала; *3* — наружная стена; *4* — внутренняя стена; *5* — перекрытие над подвалом; *6* — междуэтажное перекрытие; *7* — чердачное перекрытие; *8* — крыша над чердаком; *9* — крыша совмещенная

III.2. *Классификация несущих остовов, жесткость и устойчивость остовов малоэтажных зданий*

Расположение вертикальных несущих элементов надземной части малоэтажного жилого дома определяет систему его остова. В настоящее время широкое применение получили дома с системами стенового остова — остов с поперечными несущими стенами с большим шагом (расстояние между стенами более 4,8 м) и малым шагом (до 4,8 м), остов с продольными несущими стенами (чаще с большим шагом стен), остов с перекрестными несущими стенами и коробчатый остов (рис. III. 2).

Система коробчатого остова получается при использовании сборных или монолитных железобетонных плит перекрытий размером на комнату, которые опираются на стены по всему периметру. Эта система целесообразна при планировке комнат по форме, близкой к квадрату. При этом все стены становятся несущими, потолки получаются без монтажных швов и достигается уменьшение толщины плит перекрытия. Во всех остальных системах остова используют несущие элементы перекрытий в виде плит или балок с накатом, работающих в одном направлении.

Геометрическая неизменяемость (жесткость) остова малоэтажного здания и его устойчивость в основном зависят от жесткости и устойчивости его составных элементов и их взаимосвязи. На примере рис. III. 3 уточним некоторые положения обеспечения жесткости и устойчивости вертикальных элементов остова. На рис. III. 3, *а* дана схема работы плоского вертикального элемента стены на действие внешних сил. Стена стоит на фундаменте и жестко заделана в него. В направле-

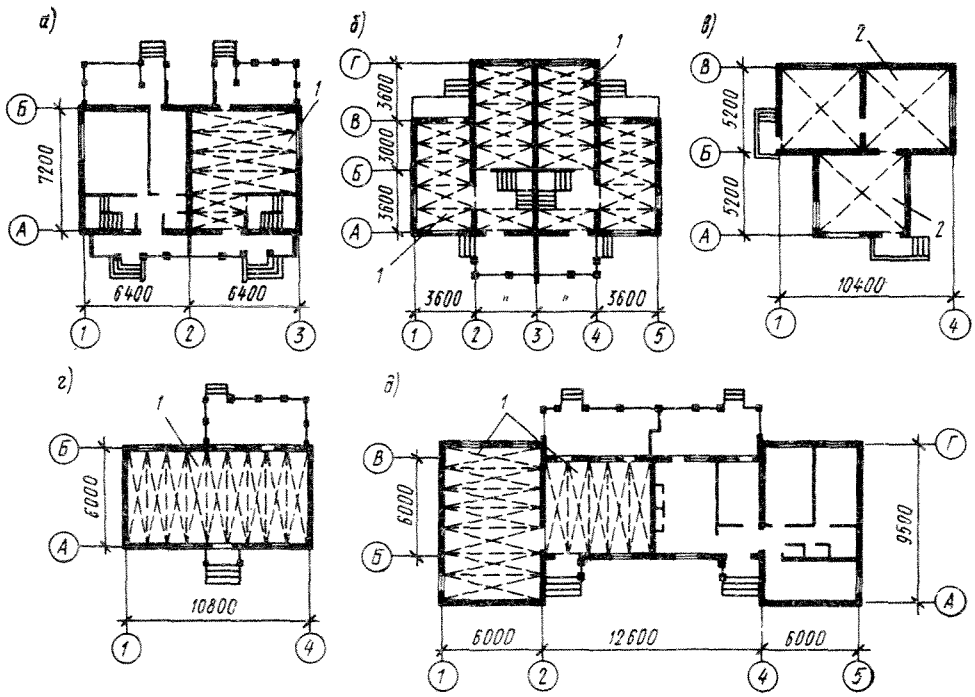


Рис. III.2. Планы конструктивных схем стеновых остовов малоэтажных зданий:
а — с поперечными несущими стенами и большим шагом; *б* — то же, с малым шагом; *в* — коробчатый остов; *г* — с продольными несущими стенами; *д* — с несущими стенами в двух направлениях; *1* — балочный или плитный настил перекрытия; *2* — настил перекрытий на комнату с опиранием по всему периметру

нии действия горизонтальной внешней силы ($Г_{пр}$) стена обладает достаточной жесткостью, как любой плоский тонкостенный элемент из относительно жесткого материала она не будет деформироваться в своей плоскости. В направлении же действия горизонтальной внешней силы ($Г_{поп}$) из плоскости стены этот элемент будет изгибаться вследствие небольшой толщины стены, т. е. в этом направлении — из плоскости — отдельно стоящая стена может оказаться нежестким элементом. Жесткость стены из плоскости увеличивается с увеличением ее толщины; обычно для отдельно стоящих вертикальных элементов (стен, столбов) принимают минимальное отношение толщины к их высоте не менее $^1/_{10}$, что достаточно при условии прочного сопряжения стены или столба с фундаментом, т. е. при жесткой заделке элемента в фундамент. Если же эти элементы будут недостаточно прочно соединены с фундаментом или фундамент будет непрочно заделан в грунт, то горизонтальные внешние силы могут опрокинуть их, т. е. элементы потеряют устойчивость. На рис. III. 3, *б* изображена схема одного из вариантов каркасной стены, состоящей из ряда стоек, обвязочной балки сверху и балки фундамента внизу. При действии горизонтальной внешней силы из плоскости ряда стоек эта композиция элементов работает аналогично предыдущей конструкции стены. При действии силы вдоль ряда стоек система деформируется. Для увеличения жесткости таких систем пространство между стойками заполняют относительно жесткими материалами, т. е. вставляют между стойками диафрагмы жесткости (рис. III. 3, *в*) или ставят раскосы, создавая треугольники жесткости (рис. III. 3, *г*).

Жилой дом со стеновым остовом состоит из замкнутой системы вертикальных плоских стен и горизонтальных плоских перекрытий. Рассмотрим работу элементов такой системы плоскостей на примере стенового остова одноэтажного дома (рис. III. 4). Стена по оси *1* (рис. III. 4, *б*) в данной систе-

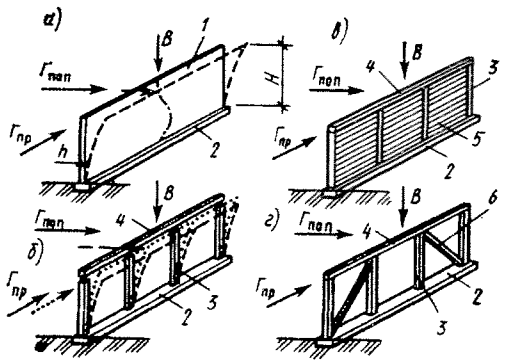


Рис. III.3. Схема вариантов взаимодействия отдельно стоящего элемента с внешними силами загружения:

а — сплошная плоская стена; *б* — стеновой каркас; *в* — каркас с жестким заполнением; *г* — стеновой каркас с раскосами жесткости; *1* — стена; *2* — фундамент; *3* — стойка; *4* — обвязочный брус; *5* — жесткое заполнение; *6* — раскос жесткости; *H* — высота стены; *h* — толщина стены

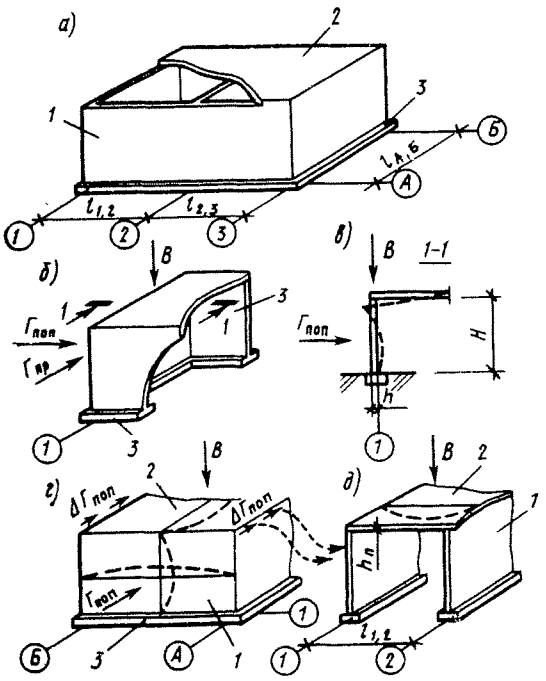


Рис. III.4. Схема взаимодействия основных элементов несущего остова одноэтажного дома:

а — общий вид коробчатой структуры; *б* — фрагмент взаимодействия стены, работающей под нагрузкой, с остальными элементами остова; *в* — сечение *1—1*; *г* — схема перераспределения горизонтальной нагрузки между элементами; *д* — фрагмент плиты перекрытия; *1* — стена; *2* — перекрытие; *3* — фундамент

ме оказывается связанной по всему контуру с элементами других стен, фундаментом и перекрытием, являющихся для нее диафрагмами жесткости. Следовательно, характер работы такой стены из ее плоскости будет значительно отличаться от работы отдельно стоящей стены. Силы $Г_{поп}$ (например, ветер) изгибают стену в промежутке между контуром зоны сопряжения с элементами жесткости (рис. III. 4, *г*). Относительная величина прогиба стены характеризует степень ее жесткости. Одновременно с горизонтальными силами $Г_{поп}$ на стену действуют вертикальные B — нагрузки от перекрытия (рис. III. 4, *в*). Такое сочетание сил при малой толщине рассматриваемой стены по отношению к его высоте приводит к потере ее устойчивости, т. е. к разрушению стены. Практика строительства показала, что при отношении толщины стены к ее высоте, большем $^1/_{25}$, стена будет устойчива; при этом не требуется делать жесткое соединение стены с фундаментом. В рассматриваемом случае перекрытие участвует в работе конструктивной системы остова как связевой элемент жесткости (жесткая горизонтальная диафрагма). Перекрытие принимает на себя часть горизонтальных нагрузок от стен и перераспределяет их на перпендикулярные ей другие стены, а последние передают эти нагрузки на фундамент. Одновременно горизонтальные элементы перекрытия прогибаются под действием сил B (рис. III. 4, *д*). Степень их прогиба служит показателем жесткости элементов перекрытия. Практика строительства показала, что при определенной величине отношения высоты элементов перекрытия к их пролету ($h_п/l$) обеспечивается требуемая жесткость его конструкции. Например, для железобетонных плит перекрытий, опертых по всему контуру, это отношение принимают не менее $^1/_{30}...^1/_{40}$, для балочных — $^1/_{20}...^1/_{30}$, где бóльший размер принимается для балок из дерева, а меньший — для железобетонных и металлокерамических элементов перекрытий, которые работают в одном направлении.

Из изложенного следует, что все системы несущего остова малоэтажных жилых зданий имеют коробчатую структуру, геометрическую неизменяемость и надежность работы которой обеспечивает взаимосвязь стен с фундаментами и перекрытиями при соблюдении определенных пропорций в размерах элементов.

IV Глава. Фундаменты малоэтажных жилых зданий

Фундамент является основным конструктивным элементом несущего остова здания, принимающим на себя все нагрузки строения и передающим их на грунт. Материалоемкость фундамента в объеме малоэтажного жилого дома составляет 10...30%.

IV.1. Конструктивные решения фундаментов

Основные конструктивные схемы фундаментов для малоэтажного строительства изображены на рис. IV.1. Изготовляют такие фундаменты из местных строительных материалов (естественный камень, бутобетон, красный кирпич и др.), а также используют монолитный бетон или сборные бетонные и железобетонные блоки. Плоскость нижней части фундамента называют *подошвой*, ее уширение — *подушкой*, а грунт под ней — *основанием*. Грунты, в которых присутствует значительное количество глины (супеси, суглинки и глины), называют *вспучивающимися* при замерзании. Остальные грунты (пески, гравелистые и др.) составляют группу невспучивающихся при замерзании. При отсутствии подвалов и больших приямков на таких грунтах обычно проектируют фундаменты мелкого заложения, подошва которых располагается на глубине не

менее 0,5 м от уровня земли. На грунтах, вспучивающихся при замерзании, глубину заложения подошвы фундамента наружных стен принимают ниже толщины промерзающего слоя не менее чем на 0,2 м. Для большинства районов нашей страны глубина промерзания грунтов превышает 1 м, фундаменты с такой глубиной залегания подошвы называют фундаментами глубокого заложения.

Между архитектурно-планировочным решением малоэтажного дома, конструкцией фундамента и состоянием грунта существует определенная взаимосвязь. Например, если архитектор в проекте дома предусматривает наличие подвала, большого приямка или цокольного этажа, то фундамент должен быть ленточной конструкции, чтобы успешно выполнять функции стены подвала. Состояние грунта может оказать влияние на выбор варианта архитектурного решения подземной части дома. Например, если дом ставят на грунты с высоким уровнем стояния грунтовых вод, то толщина стенок ленточного фундамента увеличивается за счет дополнительных элементов гидроизоляции, что приводит к некоторому уменьшению площади помещений подземной части. Кроме того, может возникнуть угроза поднятия («всплытия») подвальной части вместе с домом или части дома с приямком под действием напора грунтовых вод. В этом случае обычно приходится отказываться от проектирования подземных помещений или проектировать дорогостоящую конструкцию фундамента с якорями в грунте или пригрузом пола подземных помещений. Практика эксплуатации малоэтажных жилых зданий с фундаментами глубокого заложения показала, что вспучивающиеся при замерзании грунты постепенно выталкивают такие фундаменты из земли. За несколько лет дом может подняться над уровнем земли на десятки сантиметров, при этом различные участки строения обычно поднимаются на различную величину, что приводит к перекосу окои, дверей и даже к разломуу стен. Такое явление происходит от действия сил бокового трения вспучивающегося грунта на поверхностях фундаментов, которые превышают противодействие относительно малой массы дома. Чтобы нейтрализовать нежелательный эффект вспучивания при замерзании грунта, приходится проектировать дома без подвалов на фундаментах мелкого заложения с основанием в виде песчаной подушки. При устройстве песчаной подушки грунт вынимают на глубину ниже промерзания не менее 0,2 м и засыпают выемку крупнозернистым песком с проливкой водой и с уплотнением послойно. Засыпку ведут до отметки — 0,5 м от уровня планировки участка. На полученное таким способом искусственное основание устанавливают фундаменты мелкого заложения. Этот прием позволяет достигнуть значительной экономии материалов и средств. Например, в зоне Подмосковья глубина промерзания грунта принята равной 1,2 м, следовательно, фундамент глубокого заложения будет высотой 1,4 м, а при песчаной подушке — 0,5 м, т. е. при песчаной подушке на вспучивающихся от замерзания грунтах экономится около

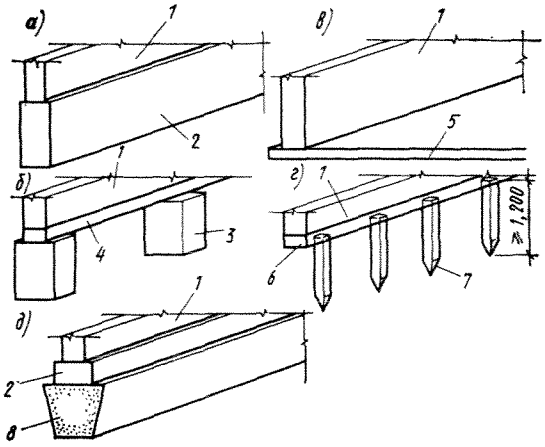


Рис. IV.1. Конструктивные схемы фундаментов малоэтажных жилых зданий:

а — ленточный фундамент; *б* — столбчатый; *в* — фундамент в виде сплошной железобетонной плиты; *г* — фундамент на коротких сваях; *д* — ленточный фундамент на песчаной подушке; *1* — стена; *2* — лента фундамента; *3* — столб; *4* — фундаментная балка; *5* — монолитная железобетонная плита; *6* — ростверк; *7* — свая; *8* — песчаная подушка

60% материала на устройство фундамента. Когда под домом располагается грунт очень разнородный по степени вспучивания при замерзании, то приходится проектировать фундамент в виде сплошной плиты из монолитного железобетона и на песчаной подушке. В некоторых случаях оказываются эффективными свайные фундаменты, глубину заложения которых принимают значительно ниже глубины промерзания грунта, где силы бокового трения незамерзающего слоя превышают силу трения от вспучиваемого слоя. Реже на таких грунтах ставят столбчатые фундаменты из монолитного железобетона с уширением подошвы, так как изготовление их требует больших трудозатрат.

Ленточные фундаменты в виде сплошных стенок устанавливают по всему контуру стен. Размер подошвы фундамента определяют расчетом в зависимости от массы надземной части, материала фундамента и несущей способности грунта. Толщину его стенки определяют расчетом на прочность и в зависимости от технологических особенностей материала, например, стенку из бутобетона делают толщиной не менее 0,35 м в зависимости от размера камней заполнения.

Для изготовления ленточных фундаментов используют любые строительные материалы, кроме дерева. На скальных грунтах чаще используют монолитный бетон с включением обломков скалы (бутобетон). Этот материал лучше заполняет неровности поверхности скального основания. Ленты фундаментов из бутового камня отличаются меньшим расходом цемента, но имеют бóльшую трудоемкость и материалоемкость. Из-за размера камней по стандарту минимальную ширину лент принимают не менее 0,5 м. Как правило, стенки ленточных фундаментов из этих материалов для малоэтажных зданий уширений в зоне подошв не имеют. Ленточные фундаменты из красного кирпича проектируют для сухих прочных грунтов толщиной 0,25...0,51 м. Подушку кирпичного фундамента лучше делать из монолитного железобетона толщиной не менее 0,1 м, что повышает долговечность конструкции.

Ленточные фундаменты из сборных элементов выполняют из бетонных блоков. Блоки изготовляют сплошными из легкого бетона ($\rho_0 \leqslant 1600$ кг/м^3) или пустотелые из тяжелого бетона ($\rho_0 > 1600$ кг/м^3) высотой 0,6 м, длиной до 2,4 м и шириной 0,3, 0,4, 0,5 и 0,6 м.

Столбчатые фундаменты состоят из столбов и фундаментных балок. Фундаментные балки устанавливают по всему контуру стен (аналогично лентам). Они принимают на себя нагрузку от стен и передают ее на столбы. Столбы устанавливают в местах пересечения стен и в промежутках между ними с определенным шагом, который определяют расчетом в зависимости от массы здания и несущей способности грунта.

Конструктивные варианты фундаментных балок и их пропорции в зависимости от шага столбов приведены на рис. IV. 2. Фундаментные балки из дерева используют только под деревянные стены. Между грунтом и низом фундаментной балки часто оставляют воздушный зазор, чтобы предупредить подъем балки и расположенной на ней стены силами вспучивающегося при замерзании грунта.

Столбы квадратного сечения в поперечнике изготовляют из сборных бетонных блоков, из монолитного бетона, красного кирпича, природного камня. Размеры столбов принимают по расчету на прочность (материала и грунта). Для малоэтажных жилых зданий размер подушки столбов не превышает 1 м, а горизонтальное сечение столба может быть равным размеру подошвы или быть меньшим. В последнем случае высоту подушки принимают не более 0,3 м. Размер сечения столбов и их шаг зависят от веса дома, материала фундамента и прочности грунта.

Деревянные столбчатые фундаменты чаще встречаются при реконструкции старых построек и могут быть ис-

пользованы при строительстве деревянных домов на болотистых грунтах и на вечной мерзлоте. Проектируют их в виде тумб или столбов на лежнях и крестовинах (рис. IV. 3). Тумбы устанавливали на песчаных сухих грунтах, изготовляя из дуба, осины, лиственницы и кедра диаметром не менее 0,4 м. Столбы на лежнях и крестовинах применяли на болотистых грунтах, они более долговечны из лиственницы и кедра.

Фундаменты на коротких сваях оказались наиболее экономичными для строительства жилых малоэтажных зданий. Такие фундаменты исключают из процесса строительства операции по земляным работам. Короткие сваи удерживаются в грунте в основном за счет сил бокового сцепления с грунтом. В районах с вечной мерзлотой свайные фундаменты удобны для устройства проветриваемых подполий, сохраняющих структуру вечной мерзлоты грунта. Для домов из дерева лучшими являются деревянные сваи диаметром 0,2...0,3 м, которые вмораживают в скважины. Дерево препятствует передаче теплоты от помещений к мерзлоте, предупреждая опасное подтаивание грунта у сваи. В других районах для малоэтажного строительства используют короткие железобетонные забивные сваи, чаще квадратного сечения 150×
×150 мм, 200×200 мм, или буронабивные сваи диаметром 300, 400 мм и более. Глубину заложения коротких свай принимают не более 2,5 м.

Сваи располагают под стенами по аналогии со столбчатыми фундаментами, но с меньшим шагом, который определяют расчетом. По верху свай устраивают ростверк. Балки ростверка имеют много общего с фундаментными балками. Для их изготовления используют те же материалы.

Сплошную плиту фундамента под малоэтажные дома проектируют только в случаях строительства зданий на грунтах с неравномерной осадкой или вспучиванием и при высоком уровне стояния грунтовых вод (в зданиях с подвалом). Плиту выполняют из моно-

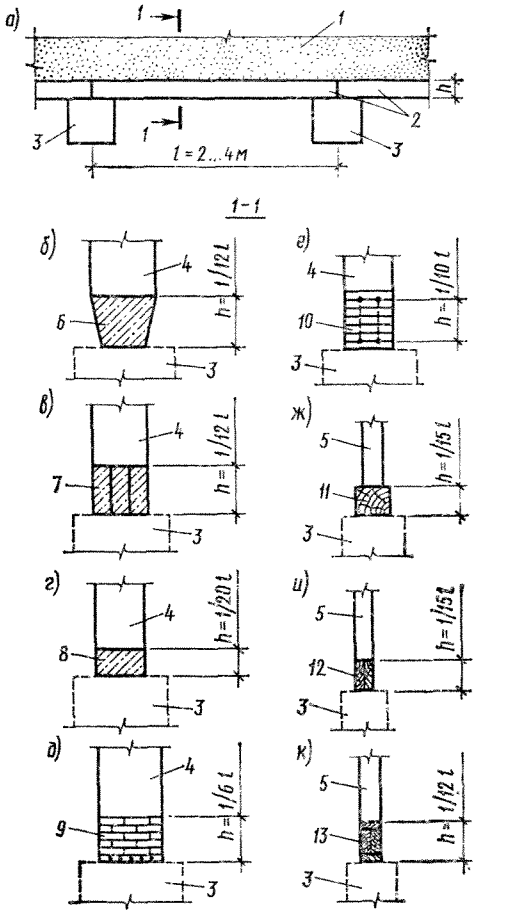


Рис. IV.2. Конструктивные схемы фундаментных балок столбчатых фундаментов:

а — фрагмент общего вида столбчатого фундамента; *б—е* — фундаментные балки под каменные и деревянные стены; *ж, и, к* — фундаментные балки под деревянные стены; *1* — стена; *2* — фундаментная балка; *3* — столб; *4* — каменная стена; *5* — деревянная стена; *6* — сборная железобетонная фундаментная балка; *7* — сборные железобетонные перемычки, балочные усиленные; *8* — монолитная железобетонная балка; *9* — рядовая армокирпичная балка; *10* — армокирпичная балка со стальными каркасами в вертикальных швах кладки; *11* — деревянная балка; *12* — то же, из брусков; *13* — то же, составная из досок

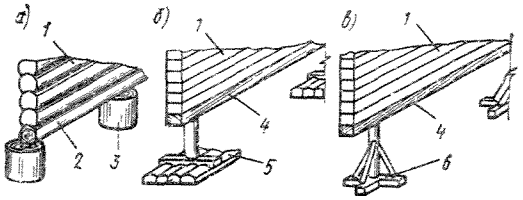


Рис. IV.3. Конструктивные схемы столбчатых деревянных фундаментов:

а — на тумбах; *б* — на лежнях; *в* — на крестовинах; *1* — деревянная стена; *2* — бревно фундаментной балки; *3* — тумба; *4* — брус фундаментной балки; *5* — лежень; *6* — крестовина

литного тяжелого железобетона толщиной не менее 100 мм. Толщину плиты определяют расчетом в зависимости от массы здания, прочности грунтов и расстояния между стенами. Для домов без подвала плиту фундамента устанавливают на песчаную подушку, что уменьшает неравномерность осадки грунтов. В зданиях с подвалом плита фундамента одновременно выполняет функции основания пола.

IV.2. Защиты малоэтажных жилых зданий от влаги грунтов

Фундаменты малоэтажных зданий, расположенные на относительно сухих грунтах, т. е. с глубоким уровнем расположения грунтовых вод, в первую очередь защищают от прямого воздействия дождевых и талых вод. С этой целью по периметру наружных стен устраивают *отмостку* из асфальта, асфальтобетона или плоских камней на слое песка и с подстилкой жирной глины (рис. IV. 4, *а*).

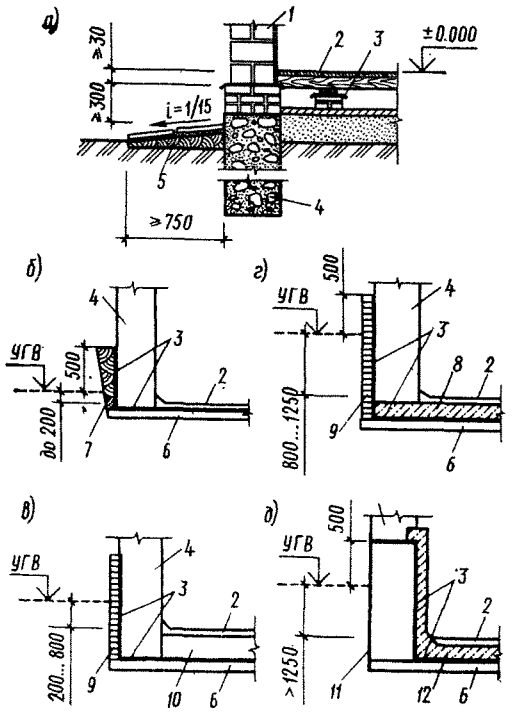


Рис. IV.4. Защита элементов малоэтажных зданий от влаги грунтов:

а — защита стен от влаги на сухих грунтах; *б—д* — защита подвалов и приямков от грунтовых вод при их высоком уровне стояния; *1* — стена; *2* — пол; *3* — гидроизоляция; *4* — фундамент ленточный; *5* — отмостка; *6* — бетонная подготовка; *7* — мятая глина; *8* — разгружающая плита из монолитного железобетона; *9* — защитная стенка из кирпича; *10* — бетон пригрузка гидроизоляции пола подвала; *11* — обмазка горячим битумом за два раза; *12* — железобетонный короб

В любых грунтах содержится капиллярная влага, которая проникает в тело фундамента и поднимается к зоне сопряжения с конструктивными элементами надземной части здания. Чтобы преградить доступ капиллярной влаги в помещения, на границе контакта фундамента со стенами устраивают *гидроизоляцию*. Ее выполняют из двух слоев толя или раствора цемента с водонепроницаемыми добавками, а располагают на определенном уровне от поверхности отмостки и пола (рис. IV. 4, *а*). Полы первого этажа, расположенные на грунте, тоже имеют горизонтальную гидроизоляцию (рис. V. 1, *г*). При этом боковую поверхность фундамента или стены, соприкасающуюся с грунтом пола, обмазывают горячим битумом от уровня гидроизоляции стыка стен с фундаментом до верха подготовки пола.

При высоком уровне грунтовых вод (УГВ) конструктивные элементы подземной части малоэтажного здания оказываются в воде. Если вода агрессивна по отношению к материалам фундамента или подвала, то эти элементы выполняют из специальных материалов, устойчивых к агрессивному действию воды. В домах с подвалами или приямками уровень грунтовых вод располагается выше уровня пола. В таких случаях наружную поверхность стен и пола покрывают рулонной гидроизоляцией на мастике, начиная от уровня земли, расположенного выше на 0,5 м от установленного уровня грунтовых вод. Количество слоев гидроизоляции принимают в зависимости от степени напора воды в уровне пола. Например, при напоре воды до 200 мм принимают один слой гидроизоляции, а при напоре более 1250 мм — четыре слоя гидроизоляции. Сверху на ковер гидроизоляции пола укладывают защитный слой цементного раствора тол-

щиной 20...30 мм. Чтобы напор воды не прорвал гидроизоляционный слой, его действие нейтрализуют массой конструкции пола (рис. IV. 4, *б*), которая должна превышать напор массы воды. При недостаточности массы пола устраивают дополнительный разгружающий слой из тяжелого бетона (рис. IV. 4, *в*), разгружающую плиту из монолитного железобетона (рис. IV. 4, *г*) или железобетонный короб (рис. IV. 4, *д*). В последних двух случаях обязательно проверяют вероятность «всплытия» дома под напором грунтовых вод.

Горизонтальные слои гидроизоляции подвала укладывают на слой бетонной подготовки толщиной не менее 100 мм, поверхность которой выравнивают цементным раствором или слоем асфальта. Вертикальные слои гидроизоляции наклеивают мастикой на оштукатуренную цементным раствором поверхность стены подвала. Для предохранения вертикальных участков ковра гидроизоляции от механических повреждений устраивают забивку из мятой жирной глины или защитную кирпичную стенку.

В некоторых случаях устройство сложной конструкции гидроизоляции оказывается целесообразным заменять устройством дренажа на участке земли под домом. При устройстве дренажа понижается уровень грунтовых вод и значительно упрощается конструктивное решение защиты здания от действия влаги. Кроме того, снимается угроза «всплытия» дома.

V Глава. Остовы малоэтажных зданий со стенами из каменных материалов

В соответствии с современными требованиями экономного расходования материалов при проектировании малоэтажных жилых зданий с каменными стенами стараются использовать максимальное количество местных строительных материалов. Например, в районах, удаленных от транспортных магистралей, для возведения стен используют мелкие камни местного производства или монолитный бетон в сочетании с местными утеплителями и на местных заполнителях, для которых требуется только привозной цемент. В поселках же, располагаемых вблизи индустриальных центров, проектируют дома со стенами из крупных блоков или панелей, изготовляемых на предприятиях этого региона. В настоящее время все более широкое применение каменные материалы получают при строительстве домов на садово-огородных участках.

При проектировании малоэтажных домов обычно используют две схемы конструктивного решения наружных стен — сплошные стены из однородного материала и облегченные многослойные стены из материалов различной плотности. Для возведения внутренних стен используют только сплошную кладку. При проектировании наружных стен по схеме сплошной кладки

Таблица V.1. **Примерная толщина наружных стен малоэтажных жилых домов сплошной кладки из камней по теплопроводности**

t °С, наиболее холодной пятидневки	Район строительства	Материал стены и ее плотность, кг/м³			
		камень известняк $\rho_0 = 1800$	кирпич $\rho_0 = 1600$	туф, керамические блоки $\rho_0 = 1200$	бетон $\rho_0 = 800$
		Толщина стены, см			
—60	Верхоянск				70
—40	Новосибирск, Тайшет		90	70	45
—30	Москва, Джамбул	80	64	50	35
—20	Ереван, Львов	60	51	30	20
—10	Тбилиси, Красноводск	45	38	25	16

Таблица V.2. **Примерная толщина утеплителя наружных стен жилого дома с несущим слоем из кирпича, толщина 25 см**

t, °С, наиболее холодной пятидневки	Район строительства	Материал утеплителя, его плотность, кг/м³			
		пенопласт $\rho_0=100$	минераловата $\rho^0=200$	фибролит $\rho_0=400$	бетон $\rho_0=800$
		толщина утеплителя, см			
—60	Верхоянск	6	10	20	40
—40	Новосибирск, Тайшет	4	6	12	26
—30	Москва, Джамбул	3	5	10	22
—20	Ереван, Львов	2	3	6	13
—10	Тбилиси, Красноводск	1	2	4	9

предпочтение отдают менее плотным материалам. Такой прием позволяет достигнуть минимальной толщины стен по теплопроводности и более полно использовать несущую способность материала (табл. V. 1). Строительные материалы большой плотности выгодно использовать в сочетании с материалами малой плотности (облегченные стены). Принцип устроиства облегченных стен основан на том, что несущие функции выполняет слой (слои) из материалов большой плотности ($\rho > 1600$ кг/м³), а теплоизолятором служит материал малой плотности. Например, вместо сплошной наружной стены из глиняного кирпича толщиной 64 см можно использовать облегченную конструкцию стены из слоя того же кирпича толщиной 25 см, с утеплителем из фибролита толщиной 10 см (табл. V. 2). Такая замена приводит к снижению массы стены в 2,3 раза.

V.1. Остовы со стенами из мелких камней, детали

На рис. V. 1 изображены примеры решения наружных стен одноэтажного дома из мелких камней (фрагмент вертикального разреза) в сочетании с другими элементами остова. Для изготовления стен таких домов используют искусственные и естественные мелкие камни. В настоящее время в строительстве используют искусственные обжиговые камни (кирпич глиняный полнотелый, пустотелый, пористый и керамические блоки); безобжиговые камни (силикатный кирпич, пустотелые блоки из тяжелого бетона и блоки сплошные из легкого бетона); естественные мелкие камни — рваный бут, пиленые камни (туф, пемза, известняк, песчаник, ракушечник и др.). Размер и вес камней проектируют в соответствии с технологией ручной кладки и с учетом максимальной механизации работ. Стены выкладывают из камней с заполнением зазора между ними раствором. Чаще используют цементно-песчаные растворы. Для кладки внутренних стен используют обычный песок, а для наружных стен песок малой плотности (перлитовый и др.). Кладку стен ведут с обязательным соблюдением перевязки швов по рядам. Рядность кладки определяется числом рядов с продольной фасаду укладкой камней (ложковых) и рядов с поперечной фасаду укладкой камней (тычковых). При равномерном чередовании ложковых и тычковых рядов получается двухрядная (цепная) система кладки (рис. V. 2). Менее трудоемкая многорядная система кладки, при которой один тычковый ряд кирпичей перевязывает пять ложковых рядов (рис. V. 2, *в*). В стенах из мелких блоков, возводимых по многорядной системе, один тычковый ряд перевязывает два ложковых ряда кладки (рис. V. 2, *г*).

Сплошную кладку из камней большой плотности используют только для возведения внутренних стен и наружных стен неотапливаемых помещений (рис. V. 3, *а*, *в*, *г*, *е*, *и*). В некоторых случаях эту кладку используют для возведения наружных стен по многорядной системе (рис. V. 3, *б*, *д*). Двухрядную систему кладки камней используют только в необходимых случаях. Например, в керамических камнях ще-

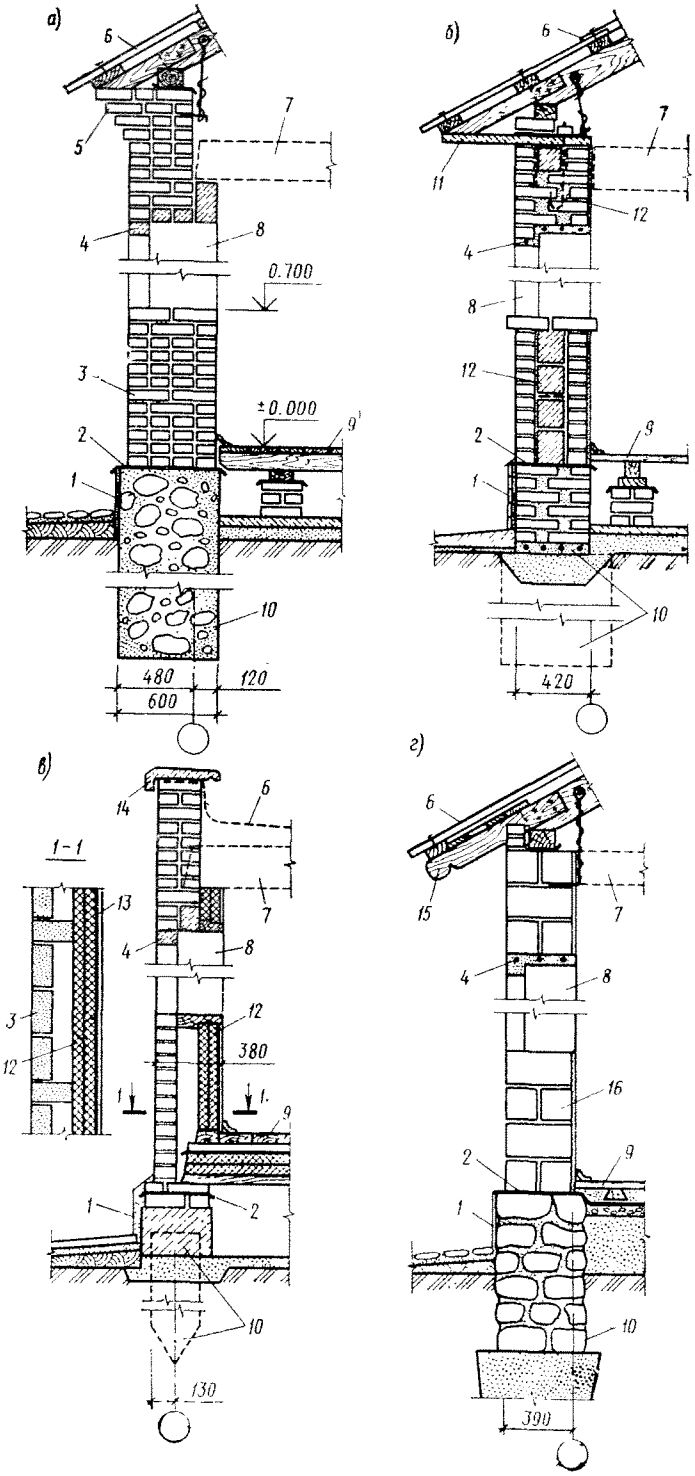


Рис. V.1. Варианты решения наружных стен одноэтажных жилых зданий из искусственных камней ручной кладки в композиции с элементами дома:

а, г — стены сплошной кладки; *б, в* — стены облегченной кладки; *1* — цоколь; *2* — гидроизоляция; *3* — кирпич; *4* — перемычка; *5* — карниз; *6* — кровля; *7* — перекрытие; *8* — проем; *9* — пол; *10* — фундамент; *11* — карнизный свес; *12* — утеплитель; *13* — пароизоляция; *14* — парапет; *15* — свес кровли; *16* — камень

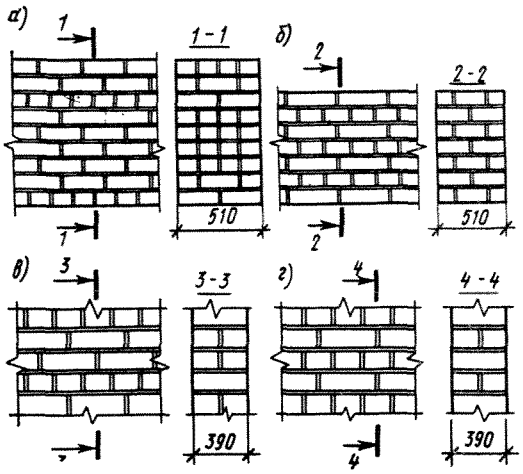


Рис. V.2. Виды ручной кладки стен:
а — многорядная кладка кирпича; *б* — цепная кладка кирпича; *в* — многорядная кладка камней; *г* — цепная кладка камней

ли пустот рекомендуется располагать поперек теплового потока с целью снижения теплопроводности стены. Это достигается при цепной системе кладки.

Облегченные наружные стены проектируют двух типов — с утеплителем между двух стенок сплошной кладки или с воздушной прослойкой (рис. V. 3, *и*—*м*) и с облицовкой утеплителем стены сплошной кладки (рис. V. 3, *н*, *о*). В первом случае различают три основных конструктивных варианта стен — стены с горизонтальными выпусками анкерных камней, стены с вертикальными диафрагмами из камней (колодцевая кладка) и стены с горизонтальными диафрагмами. Первый вариант используется только в случаях применения в качестве утеплнтеля легкого бетона, который замоноличивает анкерные камни. Второй вариант приемлем для утеплителя в виде заливки легкого бетона и укладки термовкладышей (рис. V. 3, *к*). Третий вариант используют при утеплителях из сыпучнх материалов (рис. V. 3, *л*) или из легкобетонных камней. Сплошная кладка стен с воздушной прослойкой (рис. V. 3, *м*) также относится к категории облегчениых стеи, так как замкнутая воздушиая прослойка выполняет функции слоя утеплителя. Толщину прослоек целесообразно принимать равной 2 см. Увеличение прослойки практически не дает увеличения термического ее сопротивления, а уменьшение резко снижает эффективность такой теплоизоляции. Чаще воздушную прослойку используют в сочетании с плитами утеплителя (рис. V. 3, *к*, *о*).

Для утепления каменных стен со стороны улицы применяют жесткий плитный утеплитель из легких бетонов, пеностекла, фибролита в сочетании с атмосферостойкой и прочной облицовкой (листы асбестоцемента, доски и др.). Вариант утепления стен снаружн эффективен только при отсутствии доступа холодного воздуха в зону контакта несущего слоя со слоем утепления. Для утепления наружных стен со стороны помещения используют полужесткий плитный утеплитель (камышит, соломит, минераловата и др.), располагающийся вплотную к поверхности первых или с образованием воздушной прослойки, толщиной 16... 25 мм — «на относе». Плиты «на относе» крепят к стене металлическими зигзагообразными скобами или прибивают к деревянным антисептированным рейкам. Открытую поверхность слоя утепления закрывают листами сухой штукатурки. Между ними и слоем утепления обязательно располагают слой пароизоляции из пергамина, полиэтиленовой пленки, металлической фольги и др.

Наружная стена дома состоит из следующих основных элементов: *цоколь*, *проемы*, *карниз* или *парапет* (рис. V. 1). Внутренняя стена включает только элементы проемов.

Цоколь устраивают в нижней части стен высотой не менее 0,5 м. Этот элемент предназначен для сохранения стен от разрушающего действия брызг, атмосферных осадков. Наружную поверхность цоколя выполняют из прочных и морозостойких материалов (хорошо обожженный красный кирпич, морозостойкий природный камень, например, гранит, керамическая плитка, морозостойкая штукатурка). Сущест-

вуют три конструктивных решения цоколя каменных стен — утолщение нижней части стены (рис. V. 4, *а*, *б*), облицовка стены плиткой или набетонкой (рис. V. 4, *в*, *г*) и цоколь вподрезку, т. е. тоньше стены (рис. V. 4, *д*, *е*). Первое решение применяют при выполнении этой части стены функций элемента фундамента из камней. Второе решение применяют для повышения долговечности нижней части кладки стены и третье — когда цоколь выполняют из сборных бетонных блоков или монолитного железобетона, с морозостойким лицевым слоем.

Проемы оконные и дверные в каменных стенах служат для крепления коробок окон и дверей. Часть стены между проемами называют простенком. Нижнюю часть дверного проема (порог) решают в зависимости от конструкции дверей, а оконных проемов (подоконники)— в зависимости от конструкции окон. В боковых и верхних притолоках наружных каменных стен по возможности устраивают четверти, которые необходимы для герметизации соединения оконных и дверных коробок со стенами. В качестве четверти служит выступ кирпича у наружной

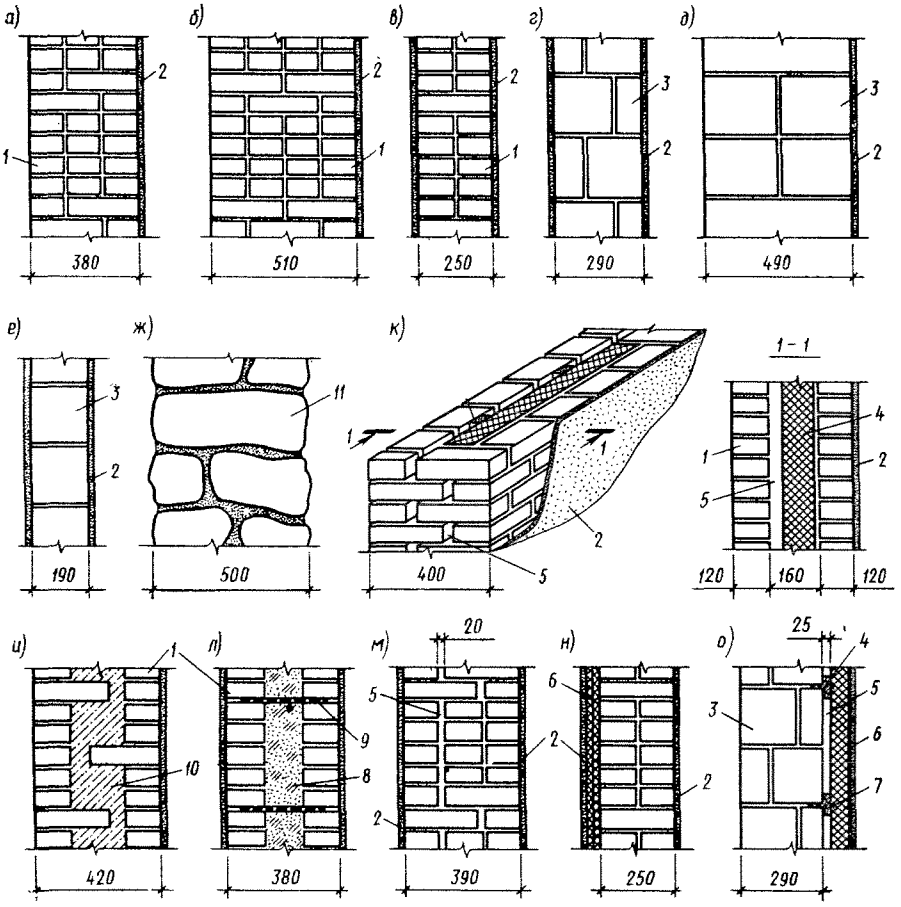


Рис. V.3. Варианты ручной кладки стен малоэтажных жилых зданий:

а, *б* — сплошные наружные стены из кирпича; *в* — сплошная внутренняя кирпичная стена; *д*, *ж* — сплошные наружные стены из камней; *г*, *е* — сплошные внутренние стены из камней; *и*—*м* — облегченные стены с внутренним утеплением; *н*, *о* — облегченные стены с наружным утеплением; *1* — кирпич; *2* — штукатурка или облицовка листами; *3* — камень искусственный; *4* — утеплитель плитный; *5* — воздушная прослойка; *6* — пароизоляция; *7* — деревянная антисептированная рейка; *8* — засыпка; *9* — растворная диафрагма; *10* — легкий бетон; *11* — камень естественный морозостойкий

поверхности стены на 75 мм или камня на 100 мм (рис. V. 5, *а*). Во внутренних стенах притолоки делают без четвертей. Проемы перекрывают *перемычками,* которые принимают на себя нагрузку от вышележащей кладки (в самонесущих стенах), от перекрытий (в несущих стенах) и передают ее на простенки. Для возведения каменных стен малоэтажных зданий используют следующие конструктивные решения перемычек: клинчатые, арочные (лучковые, циркульные и др.), сборные железобетонные, рядовые и армокаменные. **Клинчатые и арочные** перемычки в настоящее время используют только в тех случаях, когда это диктуется решением фасада, из-за трудоемкости их возведения (рис. V. 5, *б—г*). Чаще в современном строительстве используют сборные железобетонные перемычки. На фасаде стены с открытой кладкой они выделяются в виде горизонтальных бетонных полос (рис. V. 5, *а, д*). В группе сборных железобетонных перемычек различают брусковые *Б*, брусковые усиленные *БУ* и плитные *БП*. Размеры поперечного сечения этих перемычек соответствуют размерам кирпичной кладки стены. Проемы шириной до 2,25 м в самонесущих стенах перекрывают брусковыми перемычками сечением 65×120 мм и 140×120 мм или плитными — 65×380 мм и 140××380 мм. В несущих стенах проемы шириной до 2,75 м перекрывают брусковыми усиленными перемычками сечением 220×120 мм или плитными перемычками сечением 220×380 мм. Проемы несущих наружных стен чаще перекрывают комбинированным набором перемычек. В них брусковые пере-

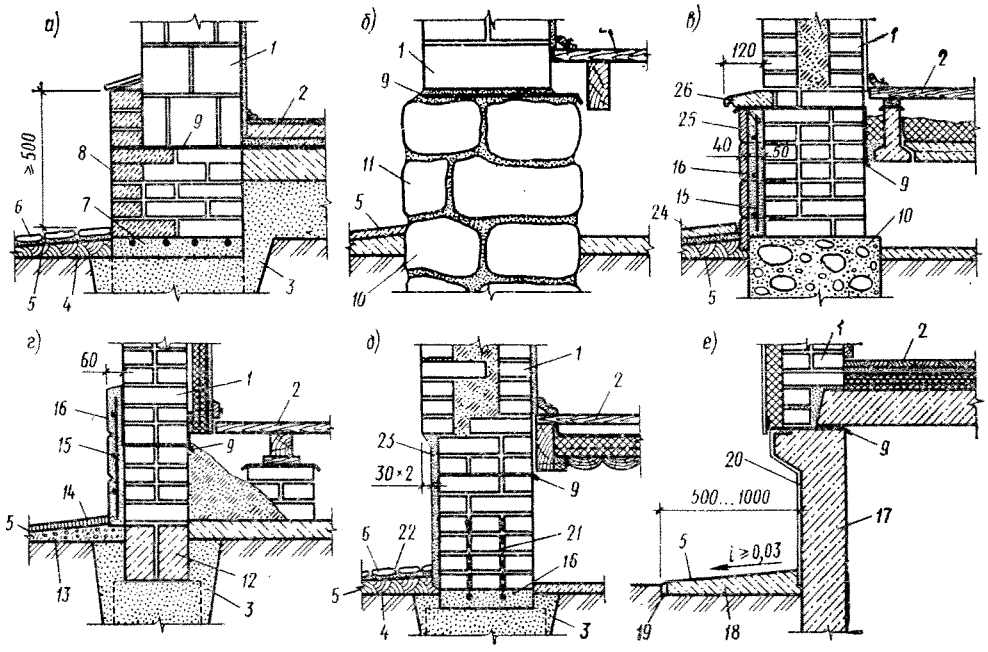


Рис. V.4. Цоколи каменных стен малоэтажных зданий:

а, б — с уширением кладки камней; *в, г* — с облицовкой плитами или набетонкой; *д, е* — цоколи вподрезку; *1* — кладка стены; *2* — пол; *3* — песчаная подушка; *4* — мятая глина; *5* — отмостка; *6* — булыжный камень; *7* — рядовая фундаментная балка из кирпича; *8* — лицевой кирпич; *9* — гидроизоляция; *10* — ленточный фундамент; *11* — природный камень высокой морозостойкости; *12* — фундаментная балка из брусковых железобетоиных перемычек (БУ); *13* — щебень толщиной до 150 мм; *14* — асфальт толщиной не менее 30 мм; *15* — арматуриая сетка, привязанная к выпускам; *16* — мелкозернистый бетон; *17* — железобетонный короб гидроизоляцин подвала; *18* — бетон; *19* — бортовой камень; *20* — цементная затирка с покрытием жидким стеклом; *21* — армокирпичная фундаментная балка; *22* — песок (до 100 мм); *23* — цементная штукатурка; *24* — бетонные плиты; *25* — облицовочная плита из естественного камня; *26* — облицовочный фризовый камень

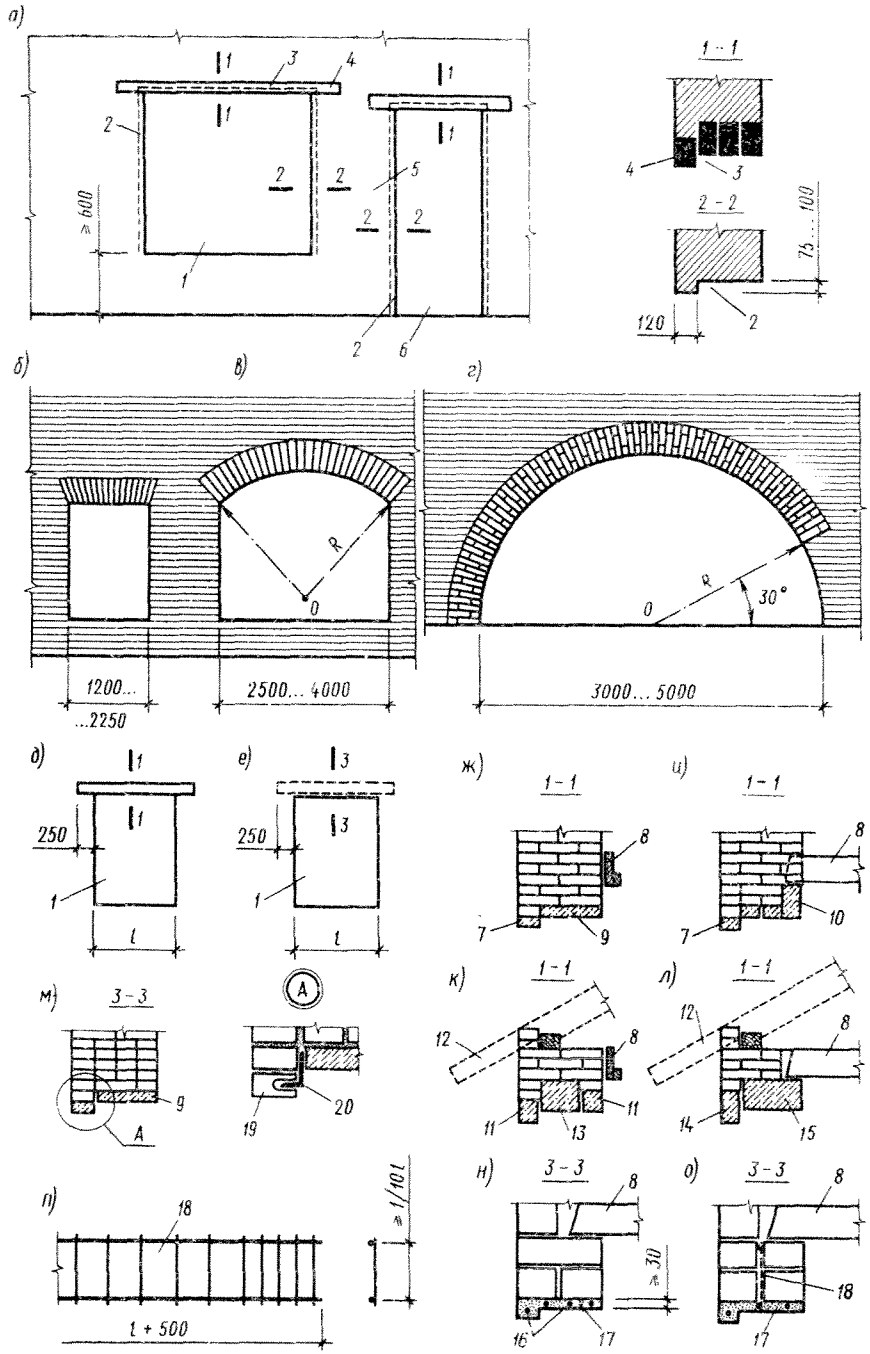


Рис. V.5. Детали проемов в стенах из камней ручной кладки:

а — схема проемов; *б* — проем с клинчатой перемычкой; *в* — то же, с лучковой; *г* — то же, с цркульной; *д* — то же, с брусковой или плитной железобетонной; *е* — то же, с рядовой армокаменной или с декоративным камнем; *ж* — сборные железобетонные перемычки в самонесущей стене; *и, к, л* — то же, в несущих стенах; *м* — железобетонная перемычка со стальным уголком и декоративным камнем; *н* — перемычка рядовая; *о* — перемычка армокаменная; *п* — арматурный каркас; *1* — оконный проем; *2* — боковая притолока; *3* — четверть; *4* — перемычка; *5* — простенок; *6* — дверной проем; *7* — брусковая перемычка (65×120 мм); *8* — элемент перекрытия; *9* — плитная перемычка (65×380 мм); *10* — брусковая усиленная перемычка (120×220 мм); *11* — брусковая перемычка (120×140 мм); *12* — крыша; *13* — брусковая усиленная перемычка (250×220 мм); *14* — то же (120×220 мм); *15* — плитная перемычка (220×380 мм); *16* — арматура ∅6 мм или полосовая сталь; *17* — мелкозернистый бетон; *18* — арматурный каркас; *19* — декоративный кирпич с пазом; *20* — стальной уголок

мычки воспринимают нагрузку собственного веса кладки, а брусковые усиленные перемычки воспринимают нагрузку от перекрытий или крыши. При необходимости удаления с фасада видимой ленты перемычки над проемом крайнюю брусковую перемычку заменяют стальным уголком. Его закрывают специальным декоративным кирпичом с продольной щелью для насадки на перо уголка. Рядовые и армокаменные перемычки на фасаде кладки стен не видны. Изготовляют их при кладке стен.

Рядовые перемычки перекрывают проемы шириной до 2 м. При их изготовлении под нижний ряд камней укладывают арматуру из круглой или полосовой стали. Арматуру (не менее одного стержня на ширину камня) укладывают в слой цементно-песчаного раствора толщиной 30 мм. Концы стержней заводят в простенки не менее чем на 0,25 м.

Армокаменные перемычки используют для перекрытия проемов шириной более 2 м (рис. V. 5, *о*, *п*). Они отличаются от рядовых тем, что армируются сварными каркасами. Арматурные каркасы закладывают в вертикальные швы кладки камней. В работе на изгиб рядовых и армокаменных перемычек участвуют ряды кладки высотой в $^1/_5$ ширины проема. Элементы перекрытий и крыши опирают на стену выше этого уровня.

Конструктивные элементы верхней части наружной стены малоэтажного дома предназначены для защиты ее наружной поверхности от смачивания

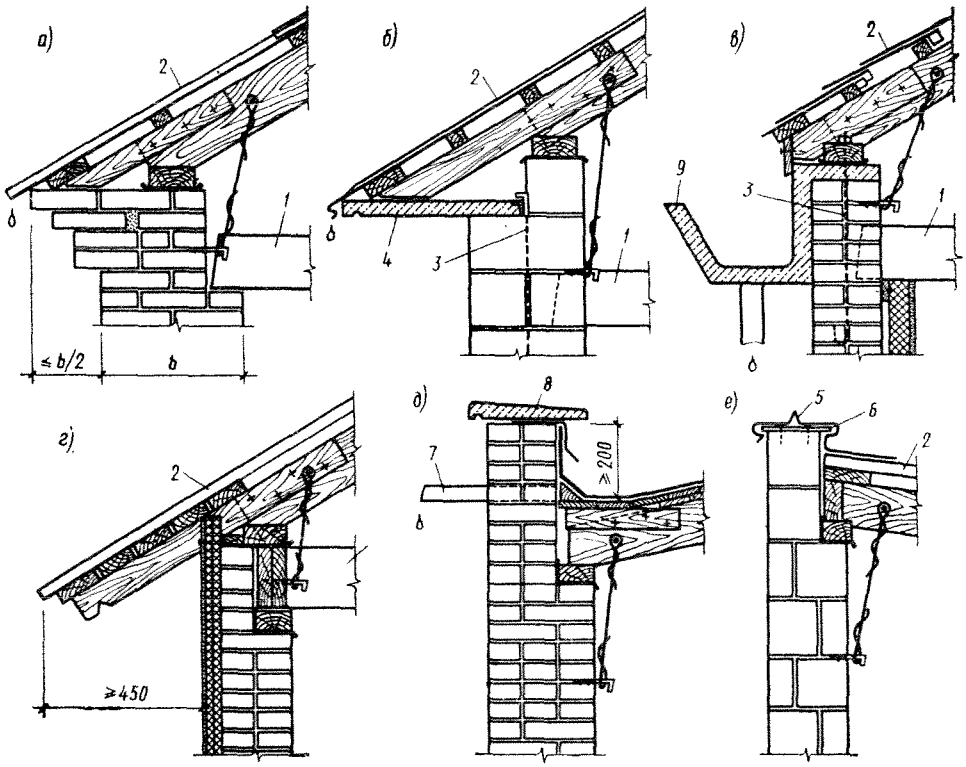


Рис. V.6. Карнизы каменных стен:

а — с напуском камней; *б* — с карнизной железобетонной плитой; *в* — с лотковой железобетонной плитой; *г* — со свесом кровли; *д* — парапет с консольными лотками водосбора; *е* — парапет с обратным стоком; *1* — перекрытие; *2* — крыша; *3* — стальной анкер; *4* — железобетонная плита; *5* — оцинкованное железо; *6* — стальные полосы, прибитые дюбелями; *7* — лоток водосброса; *8* — бетонный парапетный камень; *9* — железобетонный лоток

влагой атмосферных осадков. Эту часть стен проектируют по двум схемам — с выносом кровельной части за пределы плоскости стены (карниз) или с возвышением верхней зоны стены над уровнем крыши (парапет). **Карнизы** проектируют трех типов — напуском рядов кладки (рис. V. 6, *а*), свесом специального элемента (рис. V. 6, *б*, *в*) и свесом элемента крыши (рис. V. 6, *г*). **Парапеты** проектируют двух типов — с устройством обратного стока (рис. V. 6, *е*) и водосброса (рис. V. 6, *д*). Конкретное решение карнизной части стены принимают в зависимости от архитектурного решения здания.

На каменные стены опирают различные элементы перекрытий. Деревянные балки часторебристых перекрытий опирают на наружные несущие стены в открытые гнезда (рис. V. 7, *а*). Между кладкой стены в гнезде и торцом балок устанавливают термовкладыши из паронепроницаемого пенопласта или минераловаты в полиэтиленовом мешке. Конец балки обязательно антисептируют или закрывают двумя слоями толя на мастике, чтобы предупредить его загнивание. Деревянную балку закрепляют в стене с помощью Т-образного стального анкера. На внутреннюю несущую стену деревянные балки опирают при одностороннем перекрытии аналогично предыдущему решению (только без установки термовкладыша). При двустороннем опирании деревянных балок на каменную стену гнездо заделывают раствором, чтобы увеличить звукоизоляцию стены, а концы балок скрепляют стальной анкерной пластиной (рис. V. 7, *б*).

Железобетонные балки часторебристых перекрытий опирают на каменную стену, заделывая опорные гнезда цементно-песчаным раствором (рис. V. 8). В гнездах наружных стен устанавливают термовкладыши для предупреждения промерзания в этой зоне (образования мостика холода). При одностороннем опирании балок на внутренние и наружные стены концы балок прикрепляют к стене стальным анкером (рис. V. 8, *а*). При двустороннем опирании на внутренние стены концы балок соединяют между собой стальным стержнем (рис. V. 8, *б*).

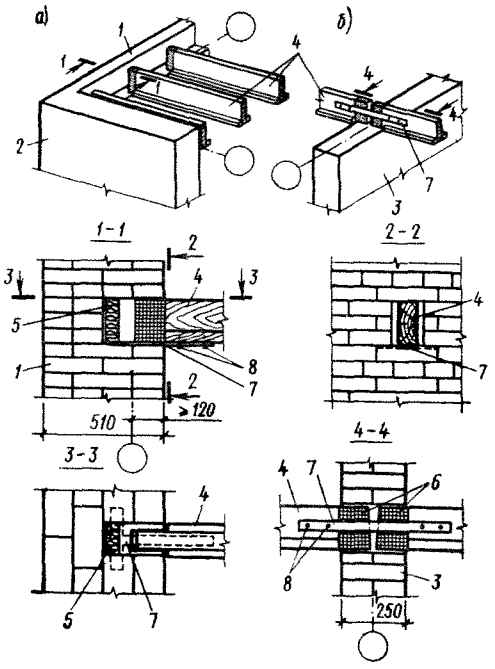


Рис. V.7. Детали опирания деревянных балок перекрытий на каменную стену:

а — на наружную стену; *б* — на внутреннюю; *1* — наружная несущая стена; *2* — наружная самонесущая стена; *3* — внутренняя несущая стена; *4* — деревянная балка; *5* — термовкладыш; *6* — два слоя толя на дегтевой мастике или антисептированная зона балки; *7* — анкер из полосового железа; *8* — костыли или гвозди

Перекрытия из монолитных или сборно-монолитных и сборных плит на основе тяжелого бетона опирают на наружные стены с установкой термовкладыша в наружной стене по аналогии с железобетонной балкой.

Отделка фасадов каменных стен предназначена для повышения эстетического уровня жилых домов и предохранения поверхности стен от разрушающего влияния погоды.

Отделку наружной поверхности стен из камней осуществляют четырьмя основными способами — расшивкой швов, оштукатуриванием, укладкой в наружном слое камней с повышенным

качеством поверхности, облицовкой листовым материалом или плитками из более красивого и долговечного материала (рис. V. 9).

Простейшей отделкой каменных стен является расшивка швов. Швы на фасадах расшивают с заглаживанием обыкновенным или цветным раствором с приданием швам различного профиля.

Оштукатуривают обычно фасады стен с облегченной кладкой. Поверхность стены, предназначенной под оштукатуривание, выкладывают впустошовку, т. е. не заполняя швы на глубину до 15 мм. Штукатурку наносят на поверхность стены чаще набрызгом, поверхность штукатурки заглаживают или оставляют шероховатой (под «шубу»). Раствор под штукатурку готовят на обычном цементе и песке или на цветных цементах с кварцевым песком. Поверхность штукатурки на обыч-

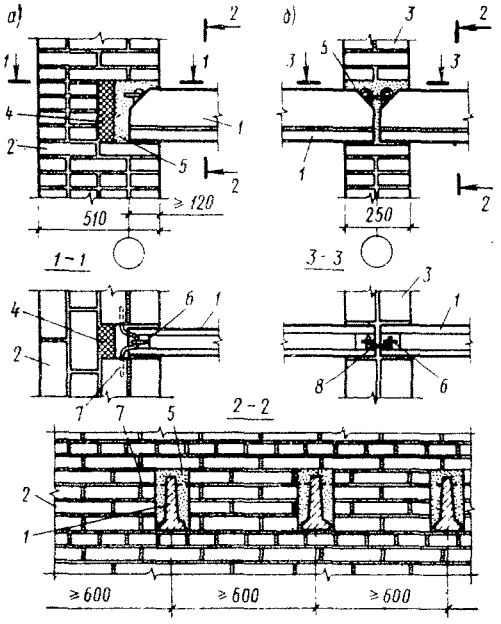


Рис. V.8. Детали опирания сборных железобетонных балок часторебристых перекрытий на каменные стены:

а — на наружную стену; *б* — на внутреннюю стену; *1* — балка; *2* — кладка наружной стены; *3* — кладка внутренней стены; *4* — термовкладыш; *5* — мелкозернистый бетон; *6* — стальная подъемная петля; *7* — анкер из круглой стали; *8* — соединительный стержень из круглой стали, приваривается к петле

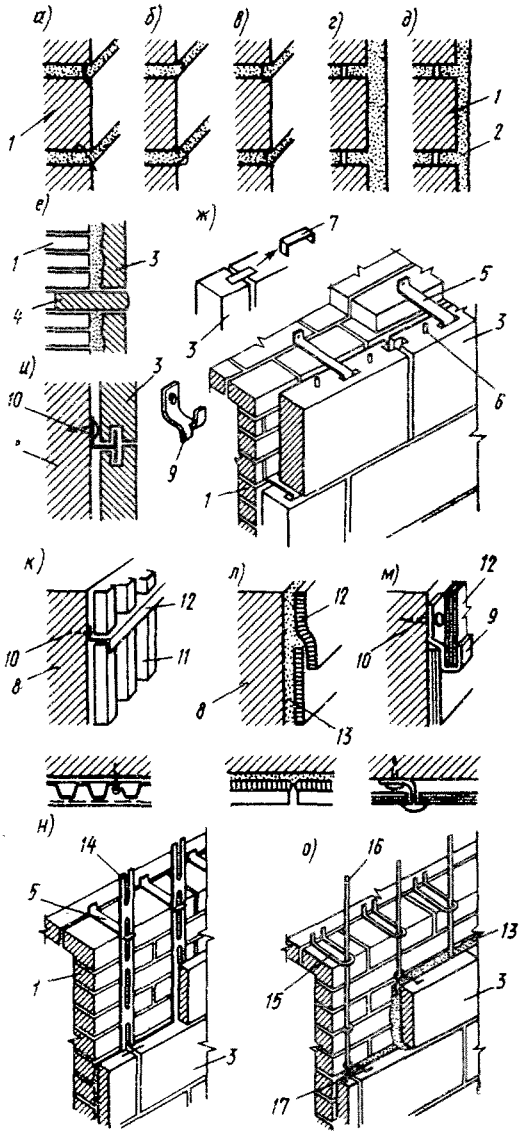


Рис. V.9. Отделка фасадов каменных стен. Швы кладки:

а — вподрезку; *б* — расшивка валиком; *в* — расшивка бороздкой; *г*, *д* — впустошовку под штукатурку и набрызг; *е* — облицовка камней с прокладными рядами, *ж* — то же, с анкерами, закладываемыми одновременно с кладкой стен; *и* — то же, на климмерах, пришитых дюбелями; *к* — облицовка профилированными листами; *л* — облицовка листами на растворе; *м* — то же, на климмерах; *н*, *о* — облицовка камнями с независимой осадкой стен; *1* — камень; *2* — штукатурка; *3* — облицовочный камень; *4* — камень прокладного ряда; *5* — анкерная скоба из полосовой стали; *6* — стальная шпонка; *7* — соединительная скоба из полосовой стали; *8* — кладка стены; *9* — климмеры; *10* — дюбель; *11* — профилированный лист; *12* — прокладной профиль; *13* — раствор (мастика); *14* — рейка из полосовой стали; *15* — анкерная скоба из круглой стали; *16* — рейка из круглой стали; *17* — петля из стальной проволоки

ном цементе окрашивают фасадной краской.

Более долговечной и простой отделкой фасадов можно считать кладку стен с применением лицевых камней. С этой целью используют лицевой кирпич и лицевые керамические камни аналогичных размеров с камиями основной кладки, но отличающиеся однотонностью и чистотой цвета, четкостью граней и большей морозостойкостью за счет использования высококачественных хорошо обожженных глин.

Листовым материалом облицовывают стены с наружным расположением слоя утеплителя или кладку из камней малой плотности. Для этого используют листы асбофанеры, гофрированного металла, различных атмосферостойких пластиков и др. Крепят листовой материал к поверхности стен с помощью стальных кляммер, пристреленных дюбелями, накладкой реек или по деревянным рейкам. Возможен вариант приклеивания листов к поверхности стены различными мастиками или растворами. Таким же способом прикрепляют к поверхности стены керамические плитки. Облицовочные плиты из различиых пород природного камня или цветных погодостойких бетонов навешивают на стену или устанавливают с помощью металлических реек с анкерными пластинками или каркасов из арматурной стали.

Аналогичные приемы используют при отделке поверхностей внутренних стен.

V.2. Остовы со стенами из крупных блоков, детали

Для проектирования малоэтажных зданий со стенами из крупных блоков за основу принимают номенклатуру элементов, предусмотренных «Общесоюзным каталогом индустриальных изделий». Однако основной объем этого каталога составляют элементы многоэтажных зданий. По этой причине архитектору приходится

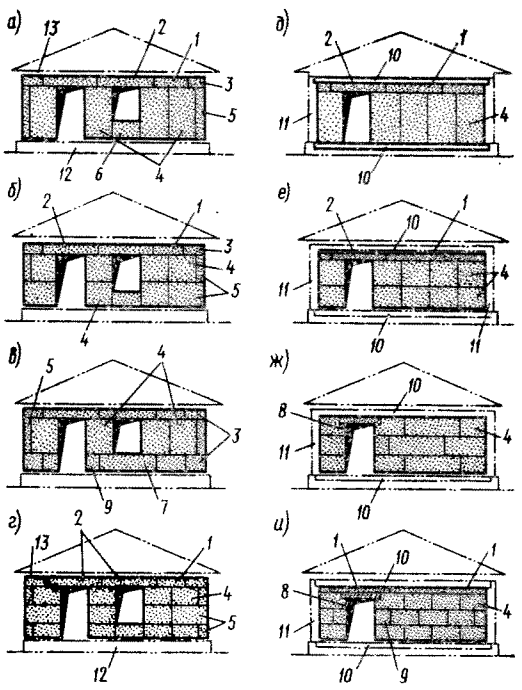


Рис. V.10. Схемы разрезки стен одноэтажных жилых зданий на крупные блоки:

а — г — наружные стены; *д—и* — внутренние стены (*а, д* — двухрядная; *б, е* — трехрядная; *в, ж* — трехрядная ленточная; *г, и* — четырехрядная); *1* — поясной рядовой блок; *2* — перемычечный наружный; *3* — поясной угловой; *4* — простеночный рядовой; *5* — простеночный угловой; *6* — подоконный; *7* — поясной нижний; *8* — перемычечный внутренний; *9* — доборный простеночный; *10* — перекрытие; *11* — наружная стена; *12* — цоколь; *13* — карниз

проектировать дополнительные элементы для крупноблочных домов малой этажности. В различных регионах страны для изготовления этих элементов используют максимум местных строительных материалов (легкие бетоны на местных заполнителях, естественный камень, кирпич, арболит и др.). Габаритные размеры блоков определяются каталогом унифицированных изделий, утвержденных для данного региона. Каталог определяет систему разрезки стен на блоки (рис. V. 10, *а—г*). Архитектор для своих проектов использует унифицированный набор блоков, разрабатывая к ним новые доборные элементы. Простейшим вариантом доборных элементов считают блоки, которые можно из-

готовить в стандартной оснастке, без коренной ее переделки.

Наружные стены в современном строительстве чаще расчленяют на блоки по двухрядной системе разрезки. Толщину их принимают в пределах 250...400 мм в зависимости от климатической зоны строительства и теплопроводности материала. Несущая способность стен из таких блоков для малоэтажных зданий всегда имеет запас прочности. Более тонкие стены перегреваются от действия солнечных лучей и очень быстро охлаждаются при резких похолоданиях (обладают малой тепловой инерцией), что ухудшает микроклимат жилых помещений. При большей толщине блоков увеличивается их монтажный вес и затраты на их перевозку и монтаж. Система разрезки наружных стен предусматривает обязательную перевязку швов между сборными элементами поясных и простеночных рядов.

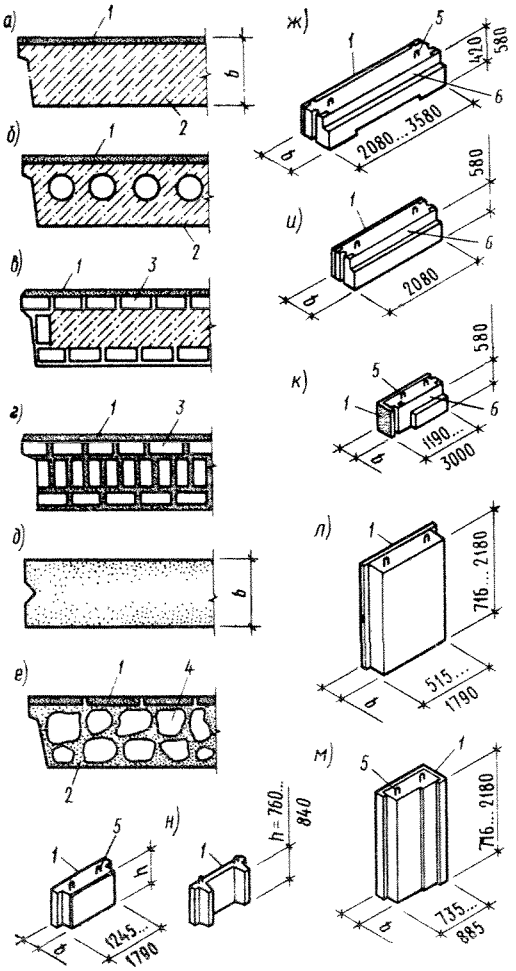


Рис. V.11. Крупные блоки наружных стен:

а—е — конструкция блоков; *ж—и* — габаритные схемы (*а* — сплошной легкобетонный; *б* — с пустотами; *в* — кирпичный с легкобетонным вкладышем; *г* — из эффективного кирпича; *д* — из природного камня или арболита; *е* — из природного камня на легкобетонной связке; *ж* — перемычечный; *и* — поясной рядовой); *к* — поясной угловой; *л* — простеночный рядовой; *м* — простеночный угловой; *н* — подоконные; *1* — фасадная сторона; *2* — легкий бетон; *3* — кирпич; *4* — природный камень малой плотности ($\rho < 1600$ кг/м^3); *5* — подъемная петля; *6* — четверть для опоры элементов перекрытия

Поясные ряды кладки состоят из поясных, перемычечных и угловых блоков. Перемычечные блоки устанавливают над проемами. Они отличаются от поясных наличием стальной арматуры. Все блоки поясных рядов имеют четверти для опирания элементов перекрытий на стены (рис. V. 11).

Простеночные ряды кладки состоят из простеночных, угловых и подоконных блоков. В ленточной системе разрезки подоконных блоков нет, а имеется нижний поясной ряд. В двухэтажных зданиях трехрядную ленточную систему разрезки заменяют двухрядной, объединяя верхний и нижний поясной ряды в один.

К группе доборных элементов относят блоки-вставки, цокольные блоки, карнизные и парапетные плиты. Фронтонную часть наружных стен при двускатной крыше обычно проектируют в виде деревянной обшивки или из мелких камней.

Под действием колебаний температуры наружного воздуха относительно крупные блоки наружных стен сжимаются или расширяются, что обусловливает раскрытие или сжатие швов на стыках этих элементов. При этом в более худших условиях находятся вертикальные швы. Их деформация не гасится силами сжатия от действия массы стены, как в горизонтальных швах. Горизонтальные стыки блоков заполняют цементным раствором. С внешней стороны их заделывают герметиком и защищают цементным раствором. Вер-

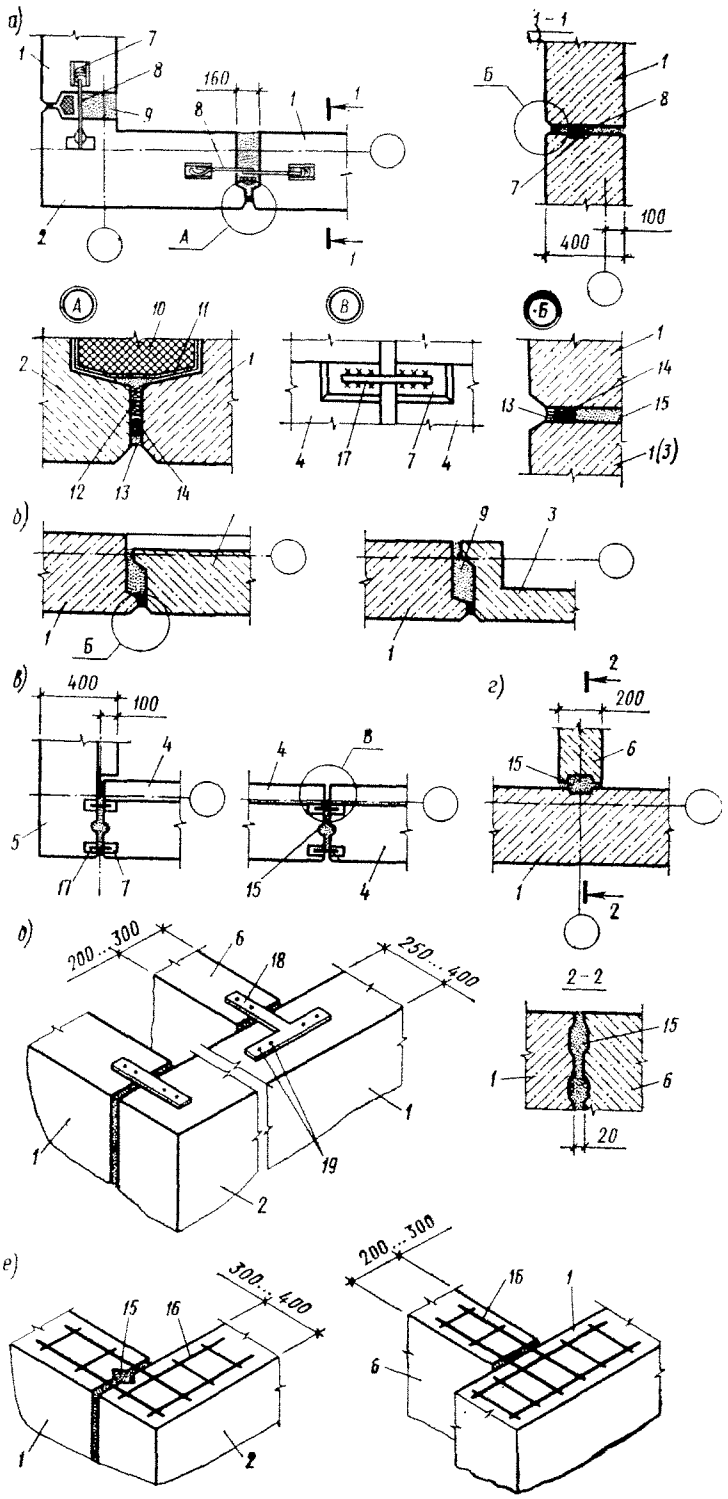


Рис. V.12. Узлы сопряжений блоков наружных стен:

а — сопряжения простеночных блоков; *б* — то же, с подоконными; *в* — сопряжения поясных блоков; *г* — сопряжение наружной стены с внутренней; *д* — сопряжения блоков из арболита; *е* — то же, из природного камня; *1* — простеночный рядовой блок; *2* — то же, угловой; *3* — подоконный блок; *4* — поясной рядовой; *5* — поясной угловой; *6* — блок внутренней стены; *7* — закладная деталь; *8* — стальной анкер; *9* — легкий бетон; *10* — утепляющий вкладыш; *11* — два слоя рубероида; *12* — конопатка; *13* — чеканка цементным раствором; *14* — герметик; *15* — цементный раствор; *16* — арматурный каркас; *17* — стальная накладка; *18* — анкер из полосовой стали; *19* — гвозди

тикальные стыки блоков с наружной стороны заделывают по аналогии с горизонтальными и конопатят. Затем устанавливают утепляющие вкладыши и с внутренней стороны заливают легким бетоном. Необходимую жесткость соединения элементов стен обеспечивают перевязкой вертикальных стыков ряда блоками перекрывающих рядов и стальными связями между блоками всех стен (рис. V. 12).

С наружной стороны стеновые блоки офактуривают цветным атмосферостойким бетоном или атмосферостойкой декоративной облицовкой из крошки цветного стекла, керамической плитки и др.

Цоколь наружных стен крупноблочного дома проектируют в зависимости от принятого уровня пола, конструкции фундамента и наличия подвала. В домах с подвалами или высоким подпольем цокольная часть стены является продолжением ленточного фундамента из бетонных блоков. В этом случае цокольные блоки проектируют по аналогии с блоками наружной стены с облицовкой наружной поверхности атмосферостойким и морозостойким декоративным слоем (рис. V.

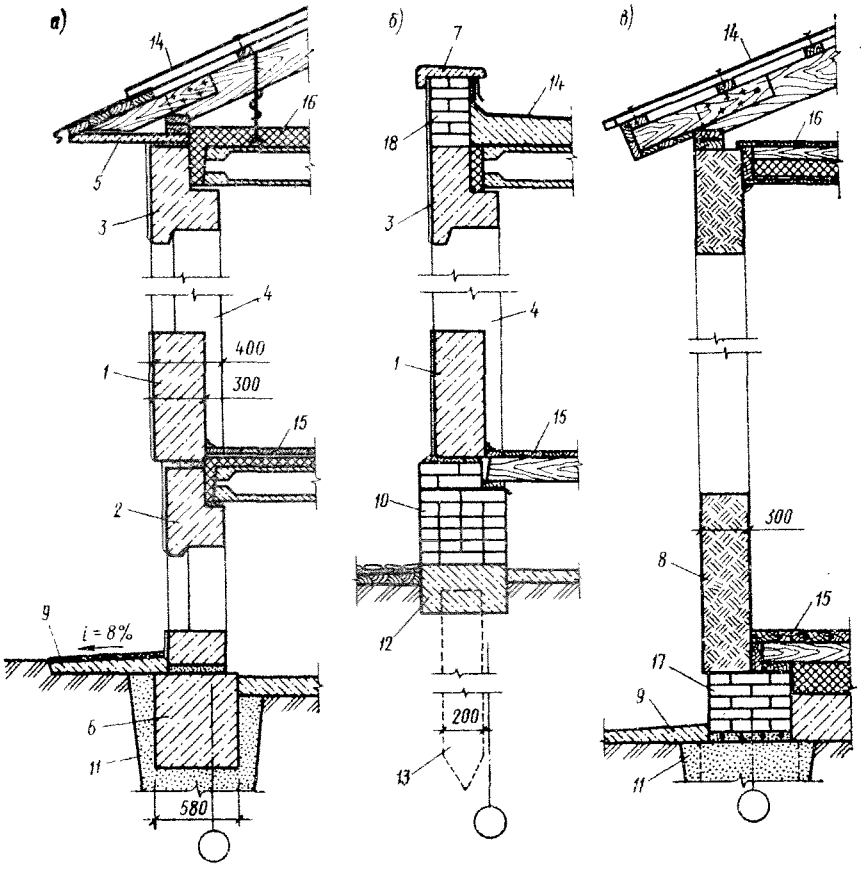


Рис. V.13. Варианты решения наружных стен из крупных блоков общесоюзного каталога:

а — стена из типовых бетонных элементов; *б* — использование стеновых блоков в сочетании с кирпичом; *в* — стена из арболитовых блоков; *1* — подоконный блок; *2* — цокольный блок; *3* — перемычечный блок; *4* — простеночный блок; *5* — карнизная плита; *6* — фундаментный блок; *7* — парапетная плита; *8* — блок из арболита; *9* — отмостка; *10* — цоколь; *11* — песчаная подушка; *12* — ростверк; *13* — короткая свая; *14* — крыша; *15* — пол; *16* — перекрытие; *17* — фундаментная балка; *18* — парапет

13, *а*). В домах с подпольем и при свайном фундаменте цокольный блок можно изготовить из монолитного железобетона, выполняющего одновременно роль ростверка с добором кирпича (рис. V. 13, *б*).

Карниз наружных крупноблочных стен проектируют в зависимости от принятой формы здания и конструкции крыши. Некоторые варианты решения этих элементов изображены на рис. V. 13.

Внутренние стены расчленяют на крупные блоки в зависимости от принятой схемы разрезки наружных стен (рис. V. 10, *д*—*и*). Их изготовляют из материалов, аналогичных наружным стенам, или из тяжелого бетона с внутренними пустотами. Толщину блоков принимают в пределах 200...300 мм. Внутренние стены включают простеночные, перемычечные, поясные блоки, блоки-вставки и вентиляционные блоки. Ширину простеночных блоков увязывают с конструктивным шагом здания и размерами проемов дверей. Монолитность кладки обеспечивают перевязкой швов, заполнением их раствором, а пазух — бетоном.

V.3. Остовы со стенами из монолитного бетона и местных материалов

При строительстве малоэтажных жилых зданий из монолитного бетона используют три основных вида опалубки: переставную, скользящую, пневматическую и их сочетания. Каждый вид опалубки позволяет проектировать определенную архитектурную форму здания. Например, с учетом применения переставной опалубки, состоящей из опалубочных модулей, проектируют дома объемно-модульной структуры (рис. V. 14, *а*, *б*). Скользящая опалубка стен в сочетании со щитовой опалубкой перекрытий используется для домов с вертикальной структурой стен любого очертания в плане (рис. V. 14, *в*). Пневматическая опалубка используется для возведения домов криволинейной пространственной формы (рис. V. 14, *д*). На примере схемы жилого дома (рис. V. 14, *г*) видно, что возможны варианты сочетания скользящей опалубки для стен первого этажа, щитовой опалубки для перекрытия и пневматической опалубки для второго этажа дома. Первые два вида опалубки чаще используют для возведения домов из легкого бетона на основе местных легких заполнителей (рис. V. 15).

Пневматическую опалубку используют только для возведения тонкостенных конструкций из тяжелого бетона, защищенных от промерзания и перегрева слоем эффективного утеплителя.

Рассмотренные три группы опалубки отличаются по технологии укладки бетона, на пневматическую опалубку бетон набрызгивают из специальных аппаратов, в другие опалубочные формы смесь бетона заливают.

Наряду с технологией монолитного бетонирования всего сооружения в современном строительстве часто применяют комбинированный метод возведения малоэтажных жилых домов, т. е. сочетание монолитного бетона со сборными элементами. Обычно в монолитном исполнении строят стены, а фундаменты, перекрытия и крыши выполняют из сборных элементов (рис. V. 16, *а*). Такое решение позволяет уменьшить сезонность строительных работ. Например, в холодный период года традиционным способом строят подземную часть зданий, затем в теплый период бетонируют монолитные стены, а с осени начинают монтаж сборных перекрытий и крыш.

Толщину стен из монолитного легкого бетона принимают в зависимости от района строительства и плотности массы легкого бетона в пределах 20...40 см. Тело бетона в зоне перекрытий армируют сварными сетками из стальной проволоки, а в зоне стен бетон армируют над проемами, в углах и у фундаментных балок. Перекрытия из монолитного легкого бетона часто используют для домов с плоской совмещенной кровлей. Толщину стенок из тяжелого монолитного бетона прини-

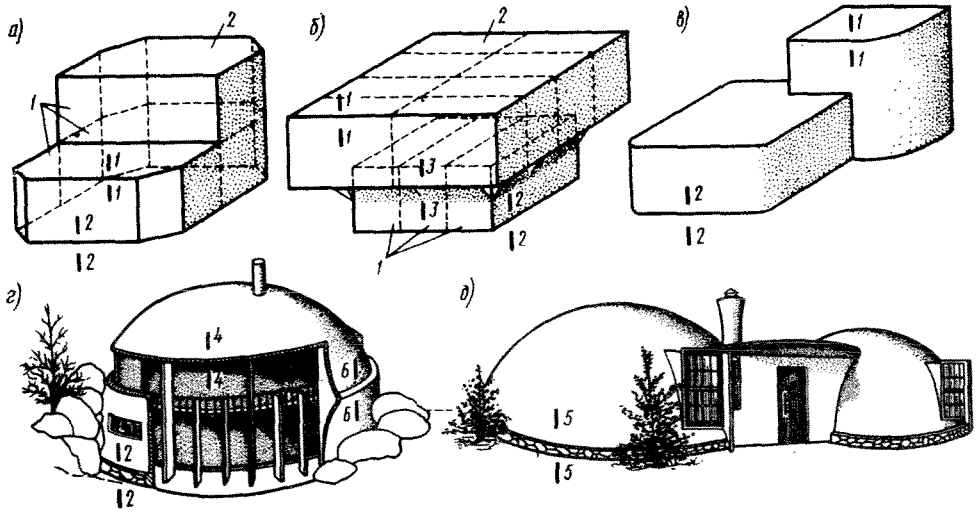


Рис. V.14. Примерные схемы нестандартных решений малоэтажных жилых домов из монолитного бетона:

а, б — дома, бетонируемые в переставной опалубке; *в* — дом, возводимый с помощью скользящей опалубки; *г* — то же, в сочетании с пневмоопалубкой; *д* — дом, построенный на пневмоопалубке; *1* — стены; *2* — покрытия

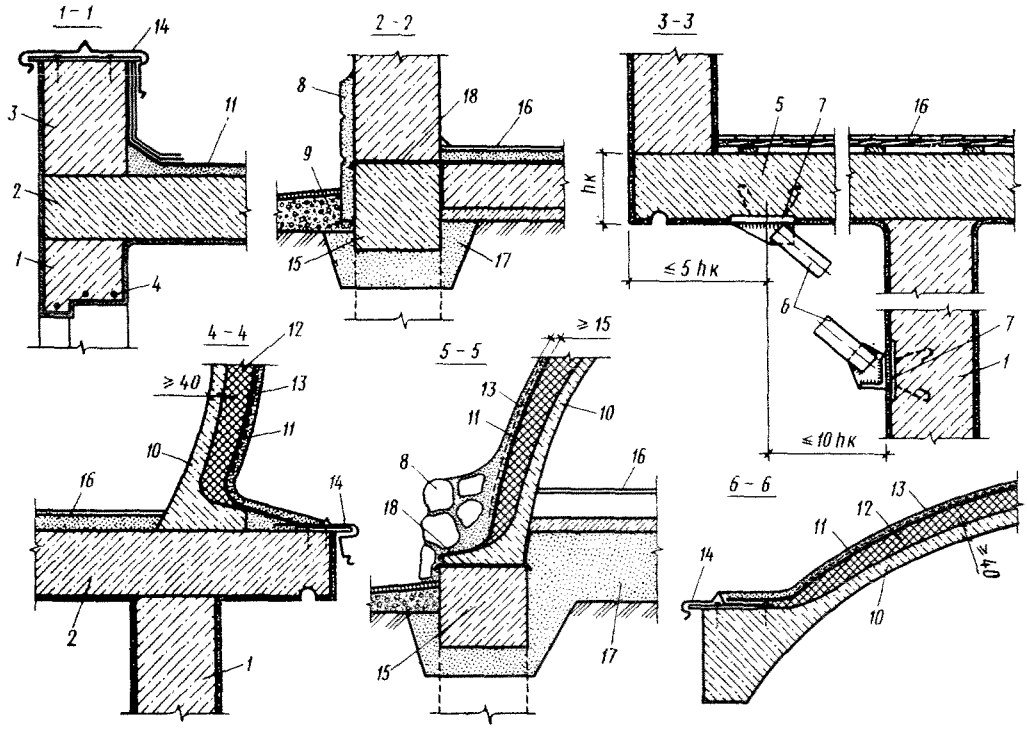


Рис. V.15. Детали элементов несущего остова из монолитного бетона (к схемам на рис. V.14):

1 — стена из легкого бетона; *2* — перекрытие из легкого бетона; *3* — парапет; *4* — перемычка; *5* — консольный вынос плиты перекрытия; *6* — подкос из стальной трубы; *7* — закладные детали; *8* — цоколь; *9* — отмостка; *10* — тяжелый армированный бетон; *11* — кровля; *12* — утеплитель; *13* — защитный слой набрызга бетона по металлической сетке; *14* — оцинкованное железо; *15* — ростверк фундамента из коротких свай; *16* — пол; *17* — песок; *18* — гидроизоляция

мают исходя из требований прочности и устойчивости тонкостенных оболочек в пределах 4...6 см. Границу между элементами стен и покрытия в таких сооружениях (рис. V. 14, *д*) установить трудно. В качестве утеплителя тонких железобетонных оболочек используют набрызгиваемый пенопласт или наклеиваемые на мастику плиты минераловаты и др. В качестве кровли используют многослойную рулонную конструкцию или обмазку водонепроницаемой мастикой. Снаружи кровлю защищают тонким слоем набрызга цементно-песчаной смеси по стальной сетке. Если смесь защитной корки приготавливать на кварцевом песке и цветных цементах, то поверхность таких сооружений получает долговечную цветную отделку. Этот же прием отделки наружной поверхности, но без стальной сетки, целесообразно использовать для всех видов монолитных стен.

Благодаря монолитному соединению всех элементов несущий остов домов отличается высокой степенью жесткости и устойчивости. Фундаменты под монолитные дома чаще проектируют ленточные из бутобетона или из коротких буронабивных свай с монолитным ростверком, технология которых включает в себя тоже элементы монолитного бетонирования. Для зимнего производства работ обычно используют сборные варианты фундаментов. Цокольную часть легкобетонных стен проще выполнять в виде дополнительной набетонки атмосферостойкого раствора или облицовки морозостойкими плитами. Остальную поверхность наружных стен защищают атмосферостойкой штукатуркой с добавлением красителей или облицовывают отделочными плитками.

Местными строительными материалами для стен малоэтажных жилых зданий являются различные грунтовые массы на основе глиняной или известково-цементной связки. Такой материал не обладает высокой прочностью и его используют обычно для возведения стен одноэтажных домов. Грунто-

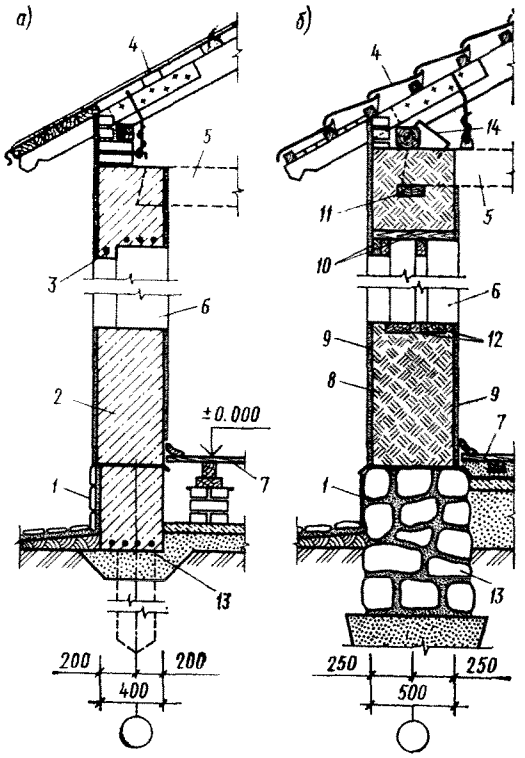


Рис. V.16. Разрезы наружных стен одноэтажных жилых домов из местных материалов:

а — дом со стеной из монолитного бетона; *б* — дом со стеной из самана или грунтобетона; *1* — цоколь; *2* — легкий бетон; *3* — арматура перемычки; *4* — кровля; *5* — перекрытие; *6* — проем окна; *7* — пол; *8* — саман; *9* — штукатурка; *10* — деревянная перемычка; *11* — подбалочная связь; *12* — разгрузочные доски; *13* — фундамент; *14* — стальная скоба, связывающая мауэрлат крыши с балкой перекрытия для погашения распора от стропил крыши

бетонные и глинобитные стены обладают относительно высокой теплопроводностью, поэтому их используют для строительства в южных климатических зонах.

Чтобы снизить теплопроводность и повысить прочность глинобитных стен, в массу глины добавляют сечку растительных сухих волокон. Такой материал называют саман. Монолитные стены из самана при правильной эксплуатации служат не менее 25 лет. Изготовление самана не требует применения цемента и извести. Стены из самана обеспечивают благоприятный микроклимат помещений. Для проектирования жилых домов из самана необхо-

димо знать основные конструктивные требования к стенам из этого материала. Карнизная часть саманных стен должна иметь свес кровли не менее 45 см, при этом напуск самана за пределы плоскости стены не допускается, т. е. карнизный свес можно сделать только за счет выноса карнизной доски крыши («кобылки»). Опорную часть крыши проектируют только по безраспорной схеме, т. е. рекомендуется использовать крышу с висячими стропилами. Применение крыши с наслонными стропилами возможно при условии прикрепления настенного бруса (мауэрлата) к деревянным балкам перекрытия, например, стальными скобами (рис. V. 16, *б*, *14*). При этом крыша должна иметь скат, только совпадающий с направлением балок перекрытия. Мауэрлат делают в виде плоского деревянного бруса, утопленного в материал стены по центру ее поперечного сечения, чтобы равномерно распределять нагрузку от крыши. С этой же целью балки перекрытия опирают на стену по ее центру; под их опорную часть ставят плоский деревянный брус. В этом случае мауэрлат можно опирать на концы балок перекрытия. Перемычки над проемами делают из досок или деревянных брусков с поперечинами. Между перемычкой и коробкой проема оставляют свободный зазор, предусматривающий возможность просадки стены до 10% от высоты проема. Зазор заполняют просмоленной паклей. Проемы делают пролетом не более 2 м. Ширину простенков в углах принимают не менее 1,5 м. В нижней части оконных проемов устанавливают разгрузочные доски, к которым крепят доски подоконника и слива. Разгрузочные доски и мауэрлат устанавливают непрерывно по всему периметру стен, жестко связывая в углах. Цоколь выполняют из атмосферостойкого камня или других подобных материалов. Поверхность саманной стены тщательно защищают от действия влаги.

VI Глава. Несущие остовы из дерева

Малоэтажные жилые здания, возводимые из дерева, относятся к IV классу. Это значит, что степень огнестойкости конструкций таких зданий не нормируется, срок их службы — степень долговечности — определен в 20... 50 лет, а этажность не должна превышать два этажа. Эти указания продиктованы основными свойствами древесины. Как правило, в строительстве используют хвойные породы; из них наибольшее применение получила сосна. Лиственные породы разделяют на ценные и малоценные. Дуб, бук и др.— ценные твердолиственные породы, обладающие хорошей стойкостью против загнивания, большой прочностью, — используются в строительстве для изготовления крепежных мелких деталей и элементов отделки. Малоценные породы (береза, осина, липа и др.) идут на возведение малоответственных деталей, находящихся в зданиях в хорошо проветриваемых местах, а также на возведение временных сооружений (складов, сараев, навесов и т. п.).

VI.1. Бревенчатые и брусчатые стены

Малоэтажные жилые здания со стенами из бревен являются традиционным типом русского национального жилища. При их возведении используется один и тот же конструктивный принцип: сруб из бревен.

Строительные бревна (длина 4,5... 6,5 м, диаметр 160...260 мм) естественной конической формы имеют сбег от нижней, более толстой, комлевой части к верхней, более тонкой. Диаметр бревна берется по наименьшему размеру его поперечного сечения — в верхнем отрубе.

Для возведения здания подбирают бревна по возможности одной толщи-

ны, без внешних признаков повреждения. Они очищаются от коры и остругиваются до заданных размеров. Конструктивной основой бревенчатого дома является сруб (клеть), собираемый из венцов, уложенных друг на друга. Венцом называется один ряд бревен, уложенных по периметру многоугольника и связанных между собой в углах врубками с разницей по высоте в полдерева. Последовательно уложенные друг на друга бревна сплачивают между собой деревянными шипами, которые вместе с врубками обеспечивают достаточную жесткость собираемой клети. В совокупности венцы образуют сруб — систему продольных и поперечных несущих и самонесущих стен, надежно взаимосвязанных между собой, чем обеспечивается достаточная устойчивость здания. Существенную роль в надежности соединений отдельных венцов играет также устройство паза цилиндрической формы с нижней стороны каждого бревна (рис. VI. 1, *а*). Ширина паза в наружных стенах должна быть не меньше $^2/_3$ толщины бревна и принимается для бревен диаметром 200...220 мм равной 120... 140 мм, а для более толстых бревен — на 20 мм больше. Верхний венец укладывают пазом на выпуклость нижнего венца, что предупреждает намокание швов: низ каждого венца с вынутым пазом образует своеобразный капельник, по которому, при косом дожде, вода будет стекать вниз. Форма паза препятствует также и воздухопроницаемости. Для предотвращения продуваемости швы между бревнами заделывают конопаткой толщиной не менее 10 мм (из пакли, войлока, мха).

Деревянные шипы, соединяющие венцы между собой, следует располагать в каждом венце на расстоянии 1,5...2,0 м друг от друга и по высоте в шахматном порядке. Шипы изготовляют из сухой древесины твердых пород размером 25×60×120 мм для бревен диаметром 180...220 мм, а для более толстых бревен — 25×70×150 мм. Шипы выполняют из сухой древесины твердых пород и вставляют в специальные гнезда. Суммарная глубина гнезда в двух сплачиваемых бревнах должна быть на 10...20 мм больше высоты шипа, что позволяет избежать зависания верхнего венца на шипах при усадке сруба, обеспечивая постоянно плотное прилегание верхнего бревна к нижнему.

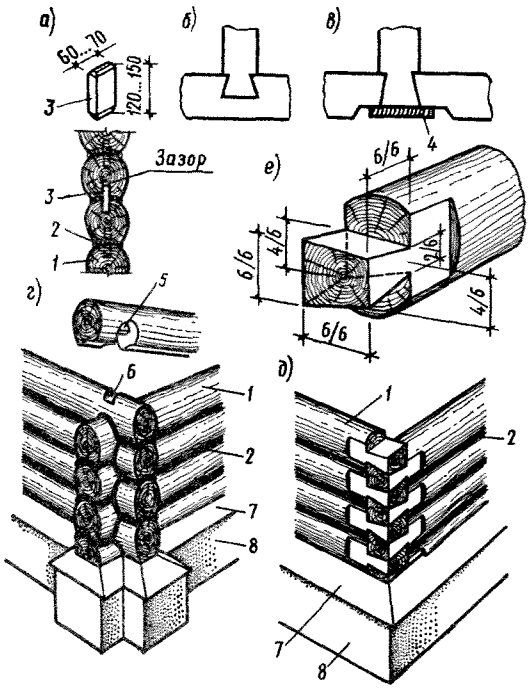


Рис. VI.1. Детали бревенчатых стен:
а — сруб из бревен; *б* — сопряжение бревен и балок потайным сковороднем; *в* — сопряжение бревен и балок сквозным сковороднем; *г* — рубка угла с остатком «в чашу»; *д* — рубка угла без остатка «в лапу»; *е* — обработка бревен под рубку без остатка; *1* — венцы сруба; *2* — конопатка; *3* — вставной шип; *4* — защитная доска; *5* — потайной шип; *6* — паз под потайной шип; *7* — отлив; *8* — цоколь

Существует достаточно много способов соединения венцов по углам. Чаще применяют два способа рубки углов: с остатком и без остатка.

Рубка *угла с остатком* (рубка «в чашу») — наиболее распространенный способ соединения бревен в венцы (рис. VI. 1, *г*). Наличие остатка в срубе делает это соединение менее теплопроводным. Величина остатка принимается не менее 150 мм, что позволяет избежать его скалывания при рубке. Такой длины остаток гарантирует, что атмосферная влага не дойдет до угла

с торца бревна вдоль его волокон. Еще одно существенное замечание. «Чаша» обязательно должна быть устроена снизу бревна, как бы опрокинутой, что также исключает удержание влаги в сопряжении. Чаша предотвращает смещение бревна вдоль своей продольной оси. В поперечном направлении каждое бревно удерживается потайным шипом.

Рубка *угла без остатка* (рубка «в лапу») — более трудоемкий способ сплачивания бревен, но вместе с тем и более экономный с точки зрения расхода древесины (рис. VI. 1, *д*). Отсутствие остатка делает угол более теплопроводным и в большей степени подверженным атмосферному увлажнению. Чтобы избежать этого, рекомендуется угол снаружи обшивать досками, образуя пилястры, которые желательно предусматривать в архитектурном проекте. Обработка концов бревен требует большой тщательности и предварительной разметки. Концы, уложенные друг на друга, как бы заклиниваются, предотвращая смещение бревен в продольном и поперечном направлениях, обеспечивая надежность соединений.

Самой распространенной конструктивной системой жилых домов с рубленымн стенами является так называемая «пятистеика» — сруб, состоящий из четырех наружных и одной внутренней стены.

Внутренние стены обычно выполняют из бревен меньшего диаметра на 15...30 мм. В этом случае для получения равной высоты венцов внутренней и наружной стен уменьшают ширину паза во внутренней стене. Минимально допустимая его ширина принимается 100 мм. Примыкание внутренней рубленой стены к наружной решают с остатком или без него. Врубка с остатком принципиально не отличается от уже рассмотренной аналогичной рубки угла сруба. Сопряжение внутренней стены с наружной без остатка производят так называемым *сквозным* или *потайным сковородием* («ласточкин хвост»). Сквозной сковородень, выходящий торцами бревен внутренней стены иа улицу, во избежание быстрого загнивания закрывают снаружи доской и образуют при этом пилястру (рис. VI. 1, *б*, *в*).

Врубка потайной сковородень обычно применяется в узлах опирания деревянных балок перекрытий на наружные и внутренние несущие стены сруба. Сквозной сковородень применяют в случаях, когда предусмотрена обшивка сруба. Защемление балок перекрытий в срубе играет важную роль в обеспечении его жесткости. Конструктивная высота балок, продиктованная диаметрами бревен, обычно колеблется в пределах 180...240 мм. Такими балками можно надежно перекрывать пролеты от 3,5 до 6,0 м.

В простенках между окнами и дверными проемами части сруба не закреплены угловыми врубками. Чтобы избежать в этих местах выпучивания венцов, устраивают шипы в простенке друг над другом, а на торцах венцов устраивают вертикальный гребень, который входит в паз (30×50 мм) оконной или дверной коробок.

Усадка сруба приблизительно равна $^1/_{20}$ от его высоты. Над коробками необходим соответствующий высоте проема зазор, который заполняют конопаткой.

Теплоизоляционные возможности древесины достаточно высоки. Так, сруб из бревен диаметром 200...220 мм обеспечивает комфортные условия в жилых помещениях при наружной температуре в —30 °С (220...240 мм для t = —40 °С). Поэтому рубленые стены могут быть оставлены открытыми. При этом внутреннюю сторону венцов выравнивают, оструживая или опиливая. Однако чаще предпочтение отдается обшивным срубам.

Наружная обшивка предохраняет сруб от дождя и снега. Она выполняется из строганых досок толщиной 13... 18 мм, располагаемых горизонтально или вертикально на прибитых к срубу брусьях («прибоинах»). Внутреннюю обшивку выполняют из гипсовой сухой штукатурки, древесно-стружечных или

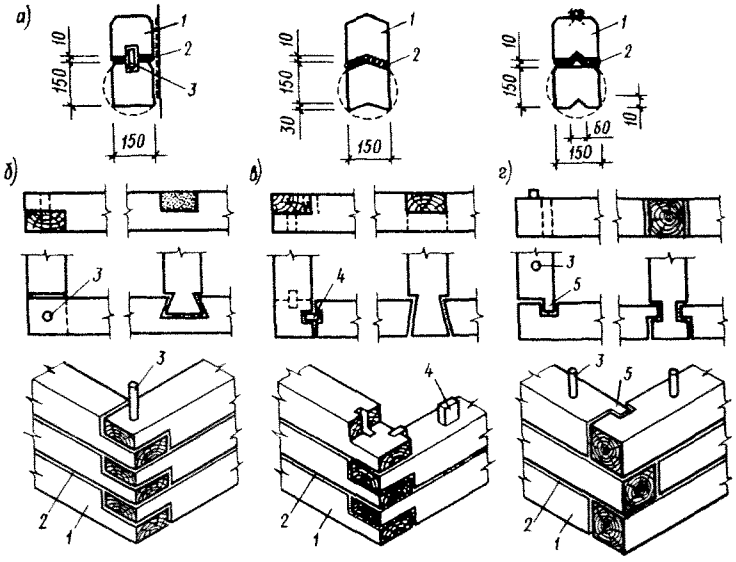


Рис. VI.2. Детали брусчатых стен:

а — сечения брусчатых стен; *б, в, г* — сопряжения брусьев в углу и с внутренней стеной; *1* — брус; *2* — конопатка; *3* — нагель; *4* — шип; *5* — коренной шип

древесно-волокнистых плит. Наиболее трудоемка обшивка тонкими гладкострогаными досками («вагонкой») по рейкам. Иногда производят оштукатуривание стен по деревянной дранке, прибиваемой к бревнам. В любом случае окончательную отделку фасадов и интерьеров здания целесообразно производить по истечении 1,5... 2,0 лет, когда завершится основная усадка сруба. Если обшивка производится до завершения усадки, то во всех случаях следует предусмотреть устройства и зазоры, обеспечивающие беспрепятственную усадку сруба.

Цоколь современных зданий выполняется из каменных материалов (кирпича, бетона, бута и др.). Для предотвращения доступа влаги и загнивания окладных венцов, на цоколе размещают гидроизоляционные слои (рубероид, толь) и сухую антисептированную прокладку из доски толщиной 40... 50 мм. При укладке окладного венца используют просмоленную паклю. По завершении отделки сруба перед окладным венцом и подкладной доской устраивается откос из цементного раствора, который покрывается отливом из доски или из полосы оцинкованной стали.

При использовании деревянных элементов заводской готовности наиболее простым является возведение малоэтажных зданий из брусьев, которые поступают на стройплощадку с заранее обработаннымн концами для устройства сопряжений по углам и с выбранными гнездами для нагелей и шипов. Толщина брусьев наружных стен принимается в зависимости от расчетной наружной температуры и равна 150 мм при —30 °С и 180 мм при —40 °С. Брусья для внутренних стен используют толщиной не менее 100 мм при высоте, равной высоте брусьев наружной стены.

Брусчатые стены возводят венцами. Швы между брусьями, заделываемые конопаткой, выполняют простой и сложной конфигурации (рис. VI. 2, *а*). Устройство шпунтов и гребней уменьшает влаго- и воздухопроницаемость швов. Однако чаще всего в современных брусчатых домах отдают предпочтение простому горизонтальному шву, учитывая, что в последующем стены, как правило, обшиваются.

Для предотвращения горизонтальных смещений брусьев венцы скрепляются между собой шипами или цилиндрическими нагелями через 1,5...2,0 м,

устраиваемых так же, как в рубленых стенах.

Концы брусьев разделывают в заводских условиях в соответствии с принятыми сопряжениями упрощенных конфигураций в углах, позволяющих быстро вести сборку сруба (рис. VI. 2, *б*, *в*, *г*). Соединение брусьев в полдерева выполняется двумя способами, установка шипов по второму из них (рис. VI. 2, *в*) позволяет уменьшить продуваемость в вертикальных швах.

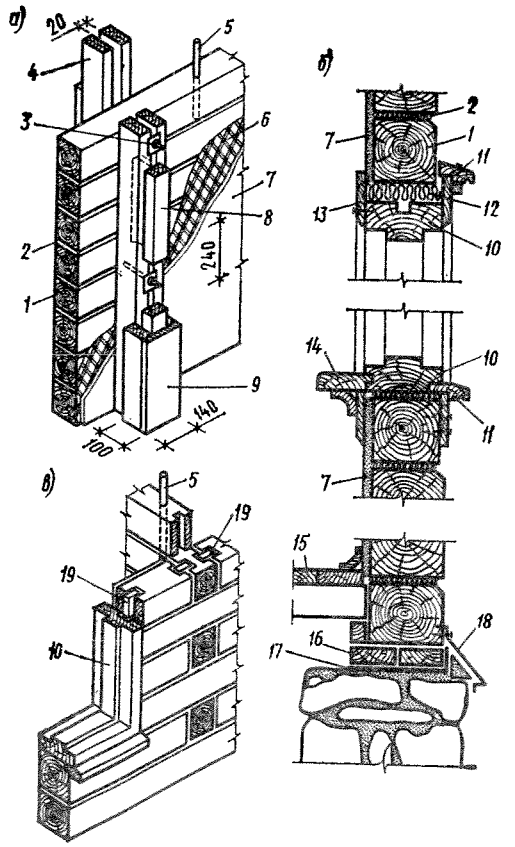


Рис. VI.3. Конструктивные решения в брусчатых стенах:

а — устройство сжима в брусчатой стене; *б* — узлы разрезов по окну и цоколю; *в* — сопряжение стен и установка оконной коробки; *1* — брус; *2* — конопатка; *3* — натяжной болт-костыль М12 *l*=400 мм через 4 венца; *4* — сжимы 2 (50×100 мм); *5* — нагель; *6* — драйка; *7* — штукатурка; *8* — бобышки 50×80×400 мм с прокладками 20×100×400 мм; *9* — наличник из досок δ=20 мм; *10* — оконная коробка; *11* — наличник оконный наружный; *12* — зазор $^1/_{20}$ от высоты проема; *13* — наличник оконный внутренний; *14* — подоконник; *15* — чистый пол; *16* — антисептированная прокладка; *17* — гидроизоляция (два слоя рубероида); *18* — отлив из стали; *19* — шип

Этим же целям служит и коренной шип, устраиваемый в сопряжении брусьев впритык. Устанавливаемые в углах и рядом с ними шипы и нагели предохраняют брусья от возможного сдвига.

Брусья внутренних стен и деревянные балки перекрытий сопрягаются с несущими стенами одним из рассмотренных выше способов.

При возведении брусчатых и рубленых стен большой протяженности (более 6,5 м), не связанными с внутренними стенами врубкой, для предотвращения выпучивания венцов в горизонтальной плоскости устраивают так называемые *«сжимы»* или *«коротыши»* через 4...6 м в зависимости от толщины брусьев или бревен. В болтовых соединениях сжимов необходим зазор для последующей усадки сруба (рис. VI. 3, *а*).

Требования к устройству проемов и простенков в брусчатых стенах, к сплачиванию стен аналогичны остовам из бревен. Над коробкой также предусматривают зазор на осадку стены в $^1/_{20}$ от свободной высоты простенка (рис. VI. 3, *б*).

Окончательная отделка брусчатых стен — оштукатуривание, обшивка снаружи и изнутри — производится через 1,0...1,5 года по мере завершения усадки сруба. Всякая предварительная обшивка и отделка помещений должны в своем конструктивном оформлении предусматривать зазоры и устройства, обеспечивающие свободную усадку сруба.

Опирание брусчатой стены на цоколь упрощается, поскольку брусья окладного венца находятся на одном уровне. При этом ограничиваются антисептированием нижнего венца и устройством под ним гидроизоляции или антисептированной прокладки из досок.

VI.2. Стены с деревянным каркасом

В малоэтажных каркасных зданиях стена представляет собой легкую решетку из деревянных вертикаль-

ных брусков и горизонтальных элементов — балок, обвязок, перемычек. Пространство между стойками заполняют утеплителем, оставляя места для оконных или дверных проемов. Расстояние между стойками принимается равным 600 мм (6 м). Балки перекрытий располагаются над стойками каркаса с тем же шагом. Тем самым достигается передача усилий с горизонтальных элементов перекрытий на эти стойки без значительных изгибающих моментов в точках опирания.

Стойки выполняют высотой в один нли два этажа. В первом случае по верху стоек устраивают горизонтальную обвязку из двух досок 50×100 мм, на которую опирают балки перекрытия. По балкам устраивают вторую обвязку — доска 50×100 мм. В одноэтажном зданин она служит опорным контуром стропильной конструкции кровли, а в двухэтажном — является нижней обвязкой каркаса стены верхнего этажа. Получают так называемый платформенный вариант каркаса (рис. VI. 4).

В двухэтажных зданиях иногда используют другой вариант опирания разрезного каркаса. В этом случае стойки второго этажа устанавливают сразу на верхнюю обвязку непосредственно над нижними стойками, а балки перекрытия размещают рядом со стойкой и раскрепляют специальной распоркой — доской 50×200 мм (рис. VI. 5).

В случае использования стоек длиной в два этажа балки междуэтажного перекрытия укладывают на специальные прогоны (доски 50×150 мм), врезанные вертикально в стойки каркаса (рис. VI. 6).

Балки в зданиях с каркасными стенами расположены часто с шагом 600 мм. Это позволяет использовать в качестве балок толстые доски 50×200 или 50×220 мм, поставленные на ребро. Такими балками можно перекрывать пролеты до 4,2...4,8 м. Поэтому расстояние между несущими стенами принимают до 4,8 м.

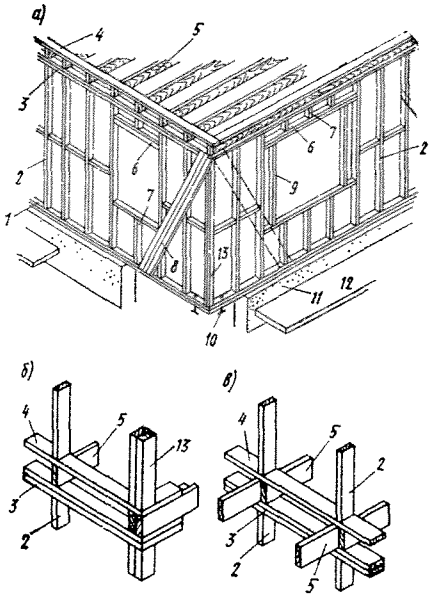


Рис. VI.4. Конструкции каркасного дома с платформенным сопряжением стоек:

а — общий вид каркаса; *б* — опирание балок на наружную стену в углу; *в* — опирание балок на внутреннюю стену; *1* — нижняя обвязка 2(50×100 мм); *2* — стойка 50×100 мм; *3* — верхняя обвязка 2(50×100 мм); *4* — вторая обвязка 50×100 мм; *5* — балка перекрытия 50×200 мм; *6* — балка-перемычка; *7* — укороченная стойка; *8* — раскосы жесткости; *9* — дополнительная стойка проема; *10* — анкерные болты; *11* — цоколь; *12* — отмостка; *13* — доборные стойки в углах 50×100 мм

Жесткость каркасам придают специальные раскосы, устанавливаемые между стойками по углам здания как в продольном, так и в поперечном направлениях. Ту же функцию выполняют диагональные доски, которые врезают в стойки каркаса с двух сторон угла. Кроме того, значительную пространственную жесткость всему несущему остову придает обшивка.

Шаг стоек каркаса не позволяет в большинстве случаев строить оконные и дверные проемы в пределах 600 мм. Тогда вместо стоек используют укороченные стойки, которые устанавливают на горизонтальные балки-перемычки. При устройстве проемов целесообразно реже производить такие замены и не нарушать системы каркаса в несущих стенах.

Утеплитель, размещаемый между стойками каркаса наружной стены, ис-

пользуется в виде жестких плит (фибролит, камышит и др.), мягких или полужестких матов (минеральная вата, минеральный войлок и др.) или засыпок (шлак, опока, керамзит и др.).

Вид утеплителя учитывается при установлении размеров элементов каркаса здания (рис. VI. 7). Так, в случае использования жестких плит стойки каркаса делают минимальных размеров, определяемых их несущей способностью. Жесткий плитный заполнитель может размещаться с двух сторон стойки, образуя достаточно толстую стену с воздушной прослойкой. Такая замкнутая прослойка заметно улучшает термическое сопротивленне стены, особенно при последующем оштукатуривании стен с двух сторон. При необходимости отделки интерьеров здания

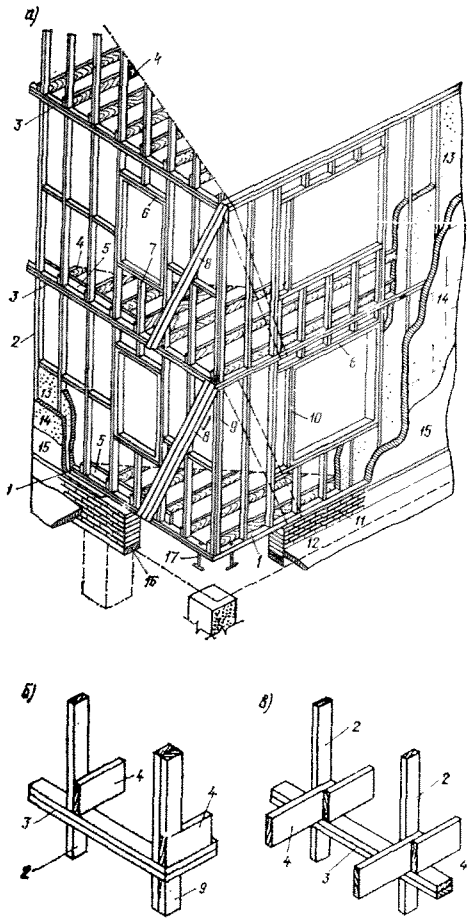
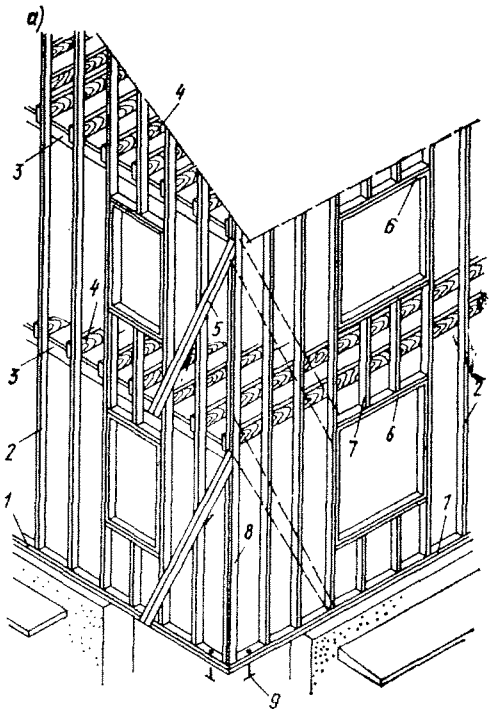


Рис. VI.5. Конструкции каркасного дома с контактным сопряжением стоек:

а — общий вид каркаса; *б* — опирание балок на наружную стену в углу; *в* — опиранне балок на внутреннюю стену; *1* — нижняя обвязка 2(50×100 мм); *2* — стойка каркаса 50×100 мм; *3* — верхняя обвязка 2 (50×100 мм); *4* — балкн перекрытий 50×200 мм; *5* — распорка 50×200 мм; *6* — балка-перемычка; *7* — укороченная стойка; *8* — раскосы жесткости; *9* — доборные стойки в углах 50×100 мм; *10* — дополнительная стойка проема; *11* — цоколь; *12* — отмостка; *13* — утеплитель между стойками; *14* — утеплитель снаружи; *15* — штукатурка; *16* — фундаментная балка; *17* — анкерные болты



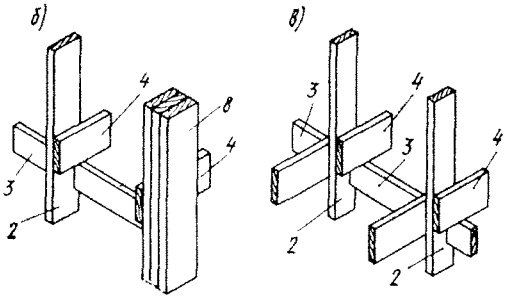


Рис. VI.6. Конструкции дома с засыпным каркасом:

а — общий вид каркаса; *б* — опиранне балок на наружную стену в углу; *в* — опиранне балок на внутреннюю стену; *1* — нижняя обвязка 2 (50×150 мм); *2* — стойка каркаса 50×150 мм; *3* — опорная доска на ребро 50×150 мм; *4* — балки перекрытнй 50×200 мм; *5* — раскосы жесткости; *6* — балка-перемычка; *7* — укороченная стойка; *8* — доборные стойки в углах 50×150 мм, *9* — анкерные болты

плитными или реечными материалами целесообразно размещать один слой плитного утеплителя между стойками, не закрывая стойки каркаса, которые используют для крепления обшивного материала. Размер стоек каркаса стены, заполняемой полужесткими (мягкими) типами утеплителя, устанавливают исходя не только из условий прочности каркаса, но и с учетом толщины утепляющего слоя, определяемого теплотехническим расчетом; размер стойки каркаса принимается равным толщине стены. Этому же правилу следуют при назначении размеров стоек в зданиях с засыпным утеплителем: они не должны быть меньше толщины утепляющего слоя.

При шаге стоек в 600 мм для устройства каркаса в несущих стенах в районах средней полосы рекомендуются следующие размеры: 100×
×50 мм — при использовании плитного, мягкого и полужесткого утеплителей и 150×50 мм — при использовании засыпного утеплителя. В одноэтажных зданиях могут быть установлены стойки 80×50 мм, что должно быть подтверждено расчетом. В целях экономии древесины иногда в каркасах с плитным утеплителем в ненесущих стенах применяют стойки меньшего сечения — 75×50 мм.

Наружная каркасная стена представляет собой слоеную конструкцию. Ее среднюю часть занимает утеплитель. Для уменьшения продувания стены и исключения попадания случайной влаги с наружной стороны утеплитель закрывают строительной бумагой. Далее устраивают по рейкам наружную обшивку из досок типа «вагонки», волнистых или плоских асбестоцементных листов, листов из стеклопластика или профилированных листов из легких сплавов или оштукатуривают фасад с последующей окраской.

С внутренней стороны утеплитель изолируют от попадания водяной конденсационной влаги пергамином или паронепроницаемой битуминизированной бумагой. Внутренняя обшивка может быть выполнена рейками или

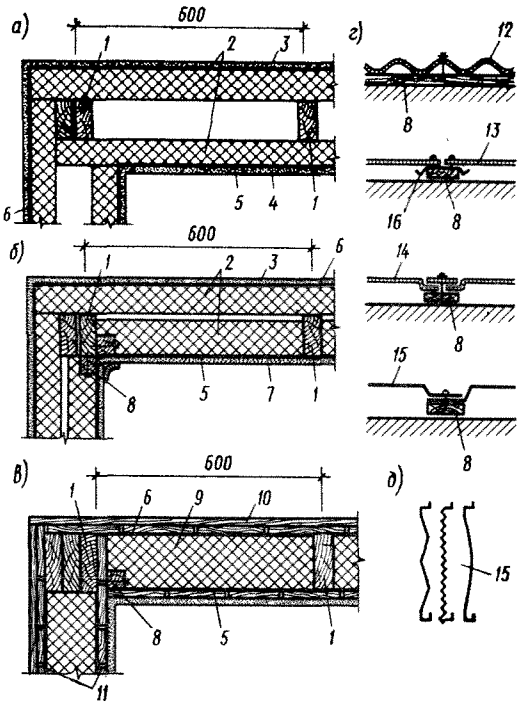


Рис. VI.7. Приемы заполнения каркасных стен: *а* — жестким утеплителем с образованием пустот; *б* — с жестким утеплителем между стойками каркаса; *в* — стены с засыпным утеплителем; *г* — приемы устройства наружных обшивок по рейкам; *д* — примеры облицовки из легких сплавов и стеклопласта; *1* — стойки каркаса; *2* — жесткий утеплитель; *3* — наружная штукатурка по драни; *4* — внутренняя штукатурка по драни; *5* — пароизоляция; *6* — ветровая бумага; *7* — сухая штукатурка; *8* — рейка; *9* — засыпной утеплитель; *10* — наружная обшивка; *11* — обшивка диагональными досками; *12* — волнистые листы из асбестоцемента; *13* — плоские листы из асбестоцемента; *14* — листы слоистого пластика; *15* — листы из легких сплавов; *16* — полоска из оцинкованной стали

плитными материалами (сухая штукатурка, твердые древесно-волокнистые плиты и др.). Помещения могут быть оштукатурены под окраску.

Общая толщина каркасных наружных стен колеблется в пределах от 150 до 230 мм. При использовании в них засыпных утеплителей необходимо применять один из способов, препятствующих усадке засыпки и образованию пустот в плоскостях стены. Первый способ предусматривает устройство горизонтальных диафрагм, расчленяющих засыпку на пояса. Тогда усадка происходит в пределах высоты каждого пояса и может быть незначи-

тельной по размерам. Второй используют, если между стойками каркаса нет горизонтальных диафрагм. Тогда усадка засыпки происходит по всей высоте здания и пустоты локализируются в верхней части стены последнего этажа. Пустот не образуется, если полость между обшивными слоями оставлена открытой на чердак и засыпана с избытком утепляющим материалом. По мере усадки происходит перераспределение утеплителя, который сразу же ликвидирует пустоты.

Устройство каркаса во внутренних несущих стенах не отличается от каркаса несущих наружных стен. Основными требованиями, предъявляемыми к внутренним стенам, будут их несущая способность, звукоизоляция, качество отделки. Несущая способность обеспечивается устройством каркаса. Функции звукоизолирующего заполнения выполняет обычно тот же материал, который используют в качестве утеплителя в наружных стенах. Отделка внутренних стен выполняется аналогично вышесказанному для наружных стен.

На верхнюю обвязку внутренней несущей стены опираются балки перекрытий с двух сторон. По верху балок устраивается, так же как и в наружных несущих стенах, вторая обвязка из доски 50×100 мм (рис. VI. 4, *в*). Если стойки каркаса верхнего этажа непосредственно опираются на верхнюю обвязку, то балки размещают у стойки со смещением продольных осей. Они, как и в наружных стенах, раскрепляются распорками — досками 50×200 мм (рис. VI. 5, *в*).

При использовании в доме стоек на два этажа опирание балок перекрытий на внутреннюю несущую стену производят так же, как и в наружной стене на специальный прогон (доска 50××150 мм), вертикально врезанный в стойки. Балки устанавливаются по обе стороны стойки каркаса со смещением продольных осей (рис. VI. 6, *в*).

В зданиях со стенами с встроенным несущим каркасом устраивают перегородки каркасного типа.

Срок службы здания в значительной степени зависит от правильного устройства цоколя, исключающего проникновение влаги к нижней обвязке каркаса стены. Этим целям служит укладка обвязки каркаса, пропитанной антисептиком, на гидроизоляцию из двух слоев толя. Для отвода от узла атмосферной влаги устраивают отлив из доски или откос из цементного раствора, покрытого оцинкованной сталью. Нижнюю обвязку внутренних стен, опирающихся на фундамент, пропитывают антисептиком.

Для закрепления обвязок каркасных стен на цоколе и фундаментах под внутренними стенами используют специальные анкерные болты, размещаемые по углам здания с двух сторон, в местах пересечения стен и далее через 1,8...2,4 м.

При проектировании несущего остова с каркасными стенами оказывается целесообразным вести разработку структуры плана здания по модульной сетке с ячейками, равными принятому расстоянию между стойками каркаса в осях — обычно 600×600 мм. Координационные оси в каркасных зданиях размещаются по геометрической оси в несущих внутренних стенах. В наружных несущих стенах они размещаются по наружной грани стоек каркаса.

VI.3. Стены из деревянных панелей

Для возведения малоэтажных зданий из деревянных панелей и щитов на заводах изготавливают плоскостные элементы панелей или щитов наружных и внутренних стен, перекрытий чердачных, междуэтажных и первого этажа. На строительной площадке по готовому нулевому циклу производят монтаж панелей глухих наружных стен, стен с заполненными на заводе оконными и дверными проемами, панелей внутренних стен с элементами инженерного оборудования и т. д. (рис. VI. 8, *а*).

Конструктивной основой щита является рама из брусков, образующая обвязку по его периметру. Щиты

устраиваются высотой в этаж и длиной до 1200 мм (рис. VI. 8, *б*). Чаще всего щиты имеют дощатую обшивку, реже—фанерную. Обшивка обеспечивает жесткость щита и его сохранность при транспортировке и монтаже. Внутреннюю полость заполняют утеплителем (по аналогии со стенами с деревянным каркасом); под обшивкой укладывают противоветровую бумагу и пароизоляцию. Размеры стеновых щитов в 1200 мм позволяют заполнять оконные и дверные проемы в заводских условиях. Для этого в щитах устраивают внутри дополнительные горизонтальные бруски-перемычки. Недостатком конструкций из щитов является значительное количество соединений. Вертикальные торцы щитов имеют сложную конфигурацию, позволяющую устанавливать рейки-шпонки и раскладки-нащельники соответствующих профилей с целью уменьшения воздухопроницания (рис. VI. 8, *в*).

Новейшие приемы заводской обработки и использование качественных материалов позволяют улучшить конструктивные свойства, увеличить размеры изготавливаемых щитов и уменьшить расход древесины. Такие усовершенствованные щиты называют деревянными панелями по аналогии с панелями из искусственных каменных материалов (рис. VI. 9).

В практике распространение получили: однорядные малые стеновые панели с размером по высоте, равным высоте этажа (2,5 или 2,7 м) и длиной в 1200 мм; крупные стеновые панели высотой в этаж и длиной, кратной 1200 мм, на комнату или две комнаты размером до 6000 мм.

Малые панели рассчитаны на монтаж жилого дома с использованием простейших приспособлений и вручную. Крупные панели монтируют мобильными подъемными механизмами (автокраны).

Все наружные стены здания должны отвечать требованиям прочности, непромерзания, непродуваемости, устойчивости от воздействия атмосферной влаги и воздуха. Комплекс этих требований определяет в итоге толщину панели наружной стены. Обычно толщина колеблется в незначительных пределах от 120 до 200 мм и в значительной степени зависит от типа используемого утеплителя.

Деревянные панели внутренних несущих стен, на которые опираются перекрытия, должны прежде всего отвечать требованиям несущей способно-

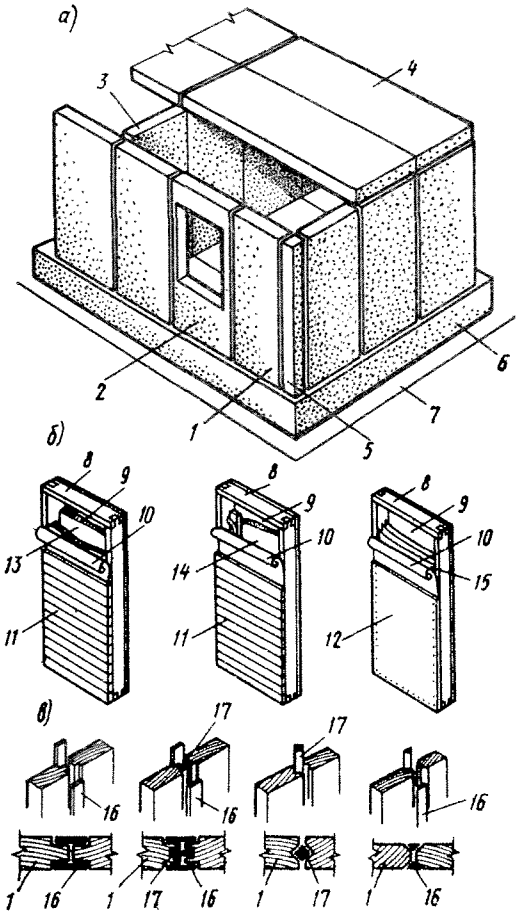


Рис. VI.8. Щитовой дом и его детали:

а — разрезка дома на сборные элементы; *б* — конструкции щитов наружных стен с различными типами утеплителя; *в* — варианты вертикальных соединений щитовых стен; *1* — щит наружной стены; *2* — щит наружной стены с оконным проемом; *3* — щит внутренней стены; *4* — перекрытие; *5* — угловой элемент; *6* — цоколь; *7* — отмостка; *8* — обвязка щита; *9* — ветровая бумага; *10* — пароизоляция у внутренней обшивки; *11* — внутренняя обшивка; *12* — древесно-стружечная плита; *13* — плитный утеплитель (фибролит); *14* — слои рулонного утеплителя (шевелни), прикрепленные рейками на гвоздях; *15* — три слоя оргалита с воздушными прослойками; *16* — раскладка; *17* — рейка-шпонка

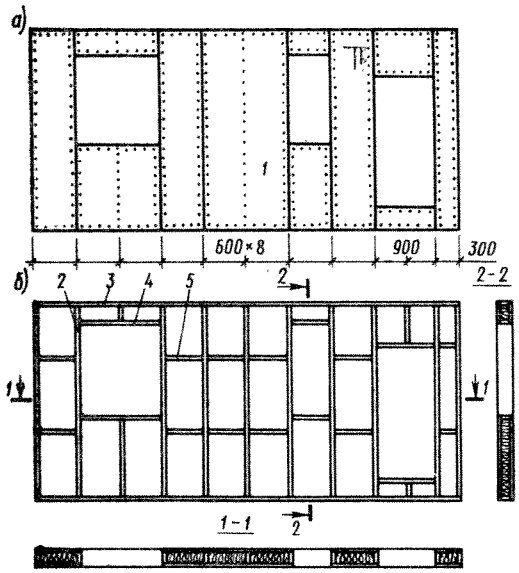


Рис. VI.9. Клеефанерная укрупненная панель наружной стены:

а — внешний вид с раскладкой облицовки из асбестоцементных плоских листов; *б* — схема каркаса панели из древесины; *1* — асбестоцементные листы на шурупах; *2* — стойки каркаса; *3* — обвязка; *4* — ригель-перемычка; *5* — распорки

сти, прочности. Их габаритные размеры по высоте и длине одинаковы с панелями наружных стен, а вот толщина обычно бывает меньше (от 120 до 160 мм), поскольку и требуемый слой звукоизоляции бывает тоньше утепляющего слоя.

Обшивка панели, выполняемая из фанеры, приклеивается к рамочному каркасу как с наружной, так и с внутренней сторон панели, образуя пространственно жесткую конструкцию, работающую как одно целое. Аналогичная конструкция клеефанерных перекрытий позволяет включить в работу на растяжение фанеру нижней обшивки, в то время как верхняя обшивка из фанеры работает на сжатие вместе с брусками каркаса. Рационально решенная конструкция деревянных панелей стен и перекрытий позволяет значительно снизить удельные затраты строительной древесины.

Панели изготовляют на рамочном каркасе из древесины хвойных пород.

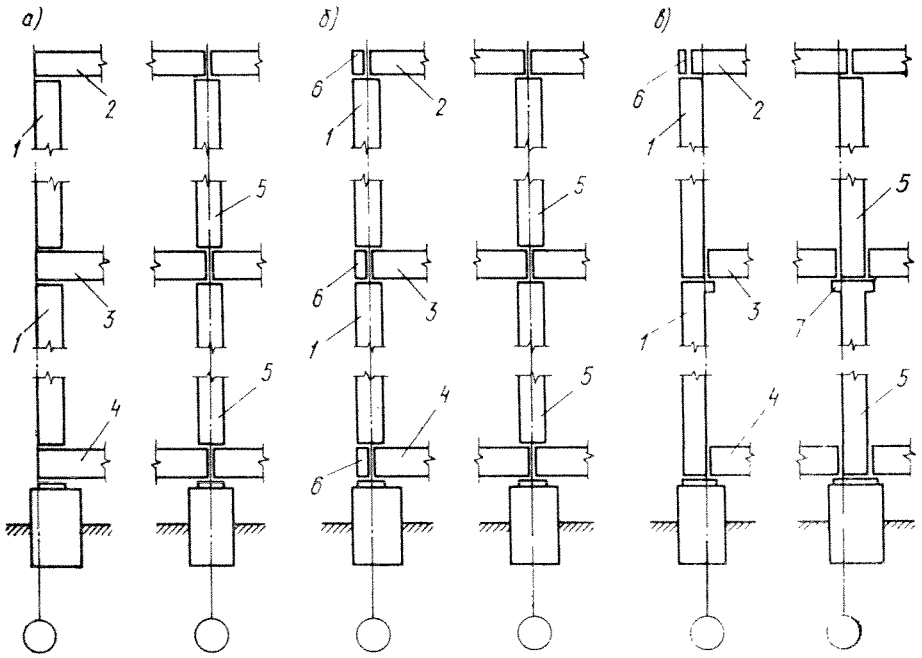


Рис. VI.10. Варианты привязки наружных и внутренних несущих панельных стен к координационным осям:

а, б — платформенный вариант опирания; *в* — контактный стык панелей; *1* — наружная панель; *2* — чердачное перекрытие; *3* — междуэтажное перекрытие; *4* — цокольное перекрытие; *5* — внутренняя панель; *6* — доборная обвязка; *7* — опорный брус

Для панелей наружных и внутренних стен используют бруски сечением 50×130 мм, для перекрытий — бруски 50×180 мм, а для панелей внутренних ненесущих стен (перегородок) — бруски 50×100 мм. С двух сторон рамочный каркас обшивают водостойкой фанерой толщиной 4 и 8 мм, а цокольные перекрытия обшивают снизу водостойкой фанерой — 10 мм. Обшивка крепится к каркасу на водостойком клею и прошивается оцинкованными гвоздями 3×40 мм. Использование в качестве пароизоляции клеевой или полиэтиленовой пленки вместо традиционного толя также заметно влияет на снижение массы каждой панели. Клеефанерные панели, обладающие большой жесткостью и относительно меньшей массой, могут быть изготовлены больших абсолютных размеров. Существуют проектные и конструкторские решения, где длина панелей доходит до 10 800 мм (10,8 м).

Каждая комплексная серия малоэтажных зданий из деревянных панелей обязательно должна иметь один и тот же способ привязки к координационным осям; должен быть использован один и тот же принцип конструктивного решения несущего стенового остова; должны быть использованы одни и те же панели стен и перекрытий.

Существует три способа привязки к координационным осям несущих стен здания, выполняемых из деревянных панелей.

Первый — координационная ось проходит по наружной кромке несущей панели наружной стены. В этом случае получается платформенный стык с опиранием перекрытий на наружную стену по центру (рис. VI. 10, *а*).

Второй — координационная ось проходит внутри наружной несущей стены от ее кромки на расстоянии, равном половине толщины внутренних несущих стен, — внецентренное опирание. Во внутренних несущих стенах координационная ось проходит, как и в первом случае, через их геометрическую ось (рис. VI. 10, *б*).

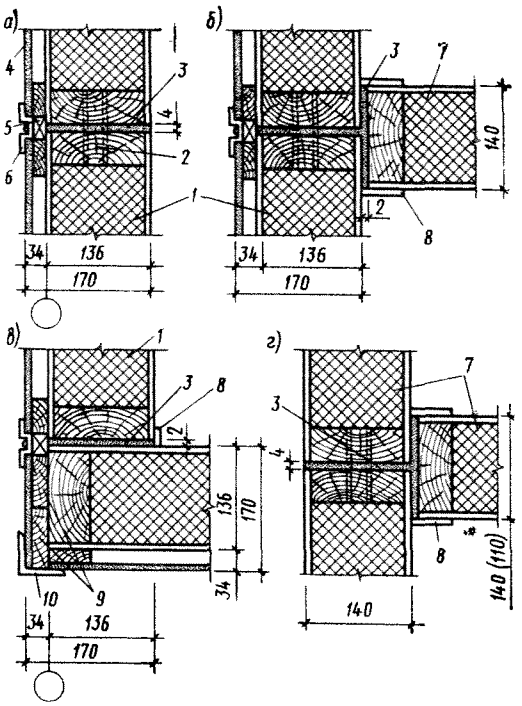


Рис. VI.11. Конструкция вертикальных швов в клеефанерных панелях наружных и внутренних стен:

а — рядовой стык наружных панелей; *б* — рядовой стык наружных и внутренних панелей; *в* — угловой стык наружных панелей; *г* — пересечение панелей внутренних стен; *1* — панели наружных стен; *2* — шпонка из клееной фанеры; *3* — пенополиуретан; *4* — обшивка из асбестоцементного листа; *5* — рейка 24×24 мм; *6* — алюминиевый нащельник; *7* — панели внутренних стен; *8* — рейка из фанеры 8×50 мм; *9* — доски 2 (24×74 мм); *10* — алюминиевый уголок 50×50 мм

И третий способ — координационные оси совпадают с внутреннимн гранями наружной и внутренней несущих стен. В этом случае длина перекрытия равна расстоянию в свету между двумя несущими стенами, и для опирания перекрытий устраивают специальные полочки из брусков (рис. VI. 10, *в*). Высота панелей стен при таком способе опирания может быть равной высоте этажа, а при двухэтажном строительстве — и в два этажа. Стык панелей несущих стен называют контактным, поскольку панель верхнего этажа передает нагрузку непосредственно на панель стены нижнего этажа.

Указанными способами привязки к координационным осям руководству-

ются при назначении габаритов не только панелей стен, но и перекрытий.

Вертикальный стык панелей — наиболее уязвимое место в полносборном строительстве. От его герметичности (воздухо- и влагонепроницаемости) в значительной степени зависят комфорт внутренних помещений и долговечность конструкции. На рис. VI.11, *а* показано, как осуществляется вертикальный стык рядовых панелей наружных стен, открытый в помещение. В пазы вставляют шпонку, шов уплотняют пенополиуретаном, а снаружи стык закрывают специальным алюминиевым профилем, который крепят шурупами к рейке. Герметизация стыка улучшается в местах пересечения наружных

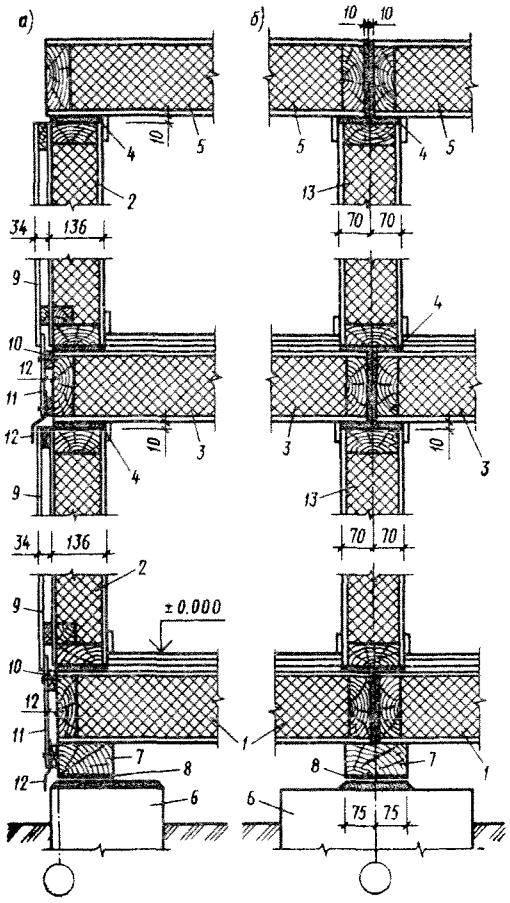


Рис. VI.12. Конструкция горизонтального шва клеефанерных панелей наружных и внутренних стен:

а — узлы разрезов по наружной несущей стене при привязке к координационной оси по наружной грани панели; *б* — узлы разрезов по внутренней несущей стене при привязке к координационной оси по ее геометрическому центру; *1* — цокольное перекрытие; *2* — панель наружной стены; *3* — междуэтажное перекрытие; *4* — пенополиуретан; *5* — чердачное перекрытие; *6* — ленточный фундамент; *7* — обгонный брус 150×100 мм; *8* — гидроизоляция (два слоя рубероида); *9* — обшивка из асбестоцементного листа; *10* — рейка 12×47 мм; *11* — полоска из асбестоцементного листа; *12* — кровельная сталь; *13* — панель внутренней стены

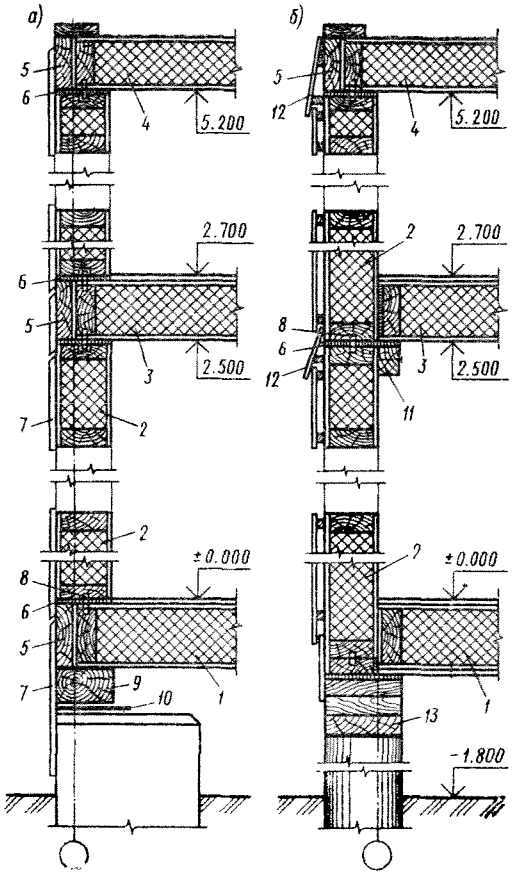


Рис. VI.13. Конструктивные схемы разрезов по наружной стене деревянных панельных домов при различных вариантах привязки к координационным осям:

а — привязка по середине наружной несущей панели; *б* — привязка по внутренней грани наружной несущей панели (дом на свайном фундаменте для районов Крайнего Севера); *1* — цокольное перекрытие; *2* — панель наружной стены; *3* — междуэтажное перекрытие; *4* — чердачное перекрытие; *5* — доборная доска; *6* — пенополнуретан; *7* — обшивка; *8* — шпонка; *9* — обгонный брус 150×100 мм; *10* — гидроизоляция (два слоя рубероида); *11* — опорный брус; *12* — нащельник; *13* — ростверк из брусьев

панелей стен с внутренними (рис. VI. 11, *б*). Разделка наружного вертикального шва остается прежней, а вертикальную щель внутри помещений заполняют пенополиуретаном и закрывают в углах рейкой из фанеры на всю высоту этажа. Эти меры обязательны для улучшения воздухонепроницаемости стыка наружных панелей, с одной стороны, и обеспечения звукоизоляции между соседними помещениями — с другой. Стык панелей наружных стен по углам здания (рис. VI. 11, *в*) устраивается с заделкой торцов панелей брусками и обшивкой узкой полоской плоского асбоцементного листа. Угол здания обрамляют алюминиевым уголком на шурупах. Вертикальный стык панелей внутренних стен заделывают пенополиуретаном и закрывают рейкой из фанеры в углах помещения (рис. VI. 11, *г*).

Конструктивное оформление горизонтальных стыков панелей стен и перекрытий определяется способом их привязки к координационным осям. Наиболее часто встречается в практике строительства случай, когда оси проходят по внешней грани наружных стен и по геометрической оси внутренних несущих панелей (рис. VI. 12, *а*). На выровненную ленту цоколя укладывают горизонтальную гидроизоляцию (два слоя рубероида) и брус 150×100 мм, пропитанный антисептиком, на который опирают цокольное перекрытие. В зоне установки стеновых панелей в горизонтальный стык помещают теплоизоляцию и вставляют нагели. Торец цокольного перекрытия закрывают плоским асбестоцементным листом, который прибивают гвоздями к дополнительной обрешетке.

На рис. VI. 13, *а* изображен схематичный конструктивный разрез по наружной стене, когда координационные оси проходят через середину наружных стеновых панелей и геометрическую ось панелей внутренней несущей стены. На рис. VI. 13, *б* привязка осуществлена по внутренним граням наружной и внутренней несущих стен при устройстве контактного стыка.

VII Глава. Остовы с применением металла и пластмасс

Малоэтажные здания с применением металла и пластмасс используются в нашей стране ограниченно — преимущественно в мобильных сооружениях. Для таких сооружений размеры укрупненных элементов блок-контейнеров определяются максимально допустимыми габаритами большеразмерных грузов, принятых на транспорте. Они колеблются по ширине от 2,5 до 3,2 м, по длине — 6,0, 9,0 и 12,0 м, а в высоту — от 2,2 до 3,0 м. Для перемещений на местах погрузки и выгрузки и установки в проектное положение учитывается масса блок-контейнера, которая должна соответствовать грузоподъемности подъемного механизма, используемого на месте.

Разработаны десятки конструктивных систем блок-контейнеров. Особенности конструктивных решений позволяют объединить их в следующие группы: панельные, каркасно-панельные и объемные блоки.

VII.1. Малоэтажные здания из облегченных панелей

Панели, используемые в малоэтажном здании, по конструктивному оформлению их несущей части подразделяют на бескаркасные и с встроенным рамочным обрамлением. Панели имеют многослойную конструкцию типа «сэндвич». Наименьшее число слоев равно трем: две верхние защитные обшивки из листового материала и средний — утепляющий слой.

Обшивка выполняется из алюминия, стали, асбестоцемента, стеклопластика, водостойкой фанеры, цемент-

но-стружечных, древесно-волокнистых или древесно-стружечных плит.

Наружная обшивка должна быть достаточно атмосферостойкой. Технический алюминий, асбестоцемент и стеклопластик, не требующие специальных дополнительных защитных покрытий, являются предпочтительными. Основными недостатками асбестоцемента и цементно-стружечных плит можно считать хрупкость и относительно большую массу. Обшивка из стальных листов тяжелее алюминиевой, но имеет более высокую прочность. Для защиты стали от коррозии применяют водостойкие краски, цинкование и другие способы обработки поверхности. Обшивки из водостойкой фанеры, твердых древесно-волокнистых и древесно-стружечных плит покрывают водостойкими эмалями. Для устройства внутренней обшивки чаще всего используют эти же материалы; находят применение и гипсокартонные листы.

Утепляющим слоем служат заливочные или плитные пенопласты. Компоненты заливочного пенопласта вспениваются в конструкции, заполняя все внутреннее пространство. Плитные пенопласты размещают между обшивками панели специально нарезанными кусками.

При загружении трехслойных панелей большую часть нагрузок и напряжений воспринимают листы наружных слоев. Средний слой (пенопласт) обеспечивает устойчивость листов обшивки, воспринимает сдвигающие усилия и гасит концентрацию местных напряжений. При необходимости его усиливают обрамляющими элементами, располагаемыми обычно по контуру панели. Обрамление среднего слоя чаще всего выполняется из того же материала, что и обшивка, или из пенопласта более прочного и огнестойкого по сравнению с материалом среднего слоя. Для стеновых панелей, подвергающихся одноосному сжатию, часто обшивки делаются не из гладких листов, а из волнистых. Такие панели имеют повышенную устойчивость и жесткость в направлении сжимающих усилий, если гребни волн располагать параллельно действию сжимающих сил.

В зависимости от назначения конструкций толщину их рекомендуется принимать следующим образом: для панелей стен пролетом до 3 м — 80 мм, 6 м — 120...150 мм; плит покрытий менее 3 м — 100 мм; до 6 м — 160...200 мм.

Практика проектирования и эксплуатации показала, что при использовании трехслойных панелей в качестве плит покрытия пролет целесообразно принимать не более 6,0 м. В связи с требованиями жесткости дальнейшее увеличение пролета вызывает утолщение конструкции и перерасход материалов. Нижняя обшивка покрытия, работающая на растяжение, чаще всего делается из водостойкой фанеры или твердой древесно-волокнистой плиты. Для наружной нижней обшивки плиты пола, подверженной атмосферному и возможным механическим воздействиям, используют, как правило, стальной лист.

Плиты пола, как и панели несущих стен, монтируют на специальной раме из стали, которая является основанием всего блок-контейнера. Обычно в ней предусмотрены специальные гнезда для установки блок-контейнера на фундамент, а иногда и монтажные петли для подъема.

Размещение и размеры оконных и дверных проемов соизмеряют со стеновыми панелями и ребрами жесткости, размещаемыми в них. В месте устройства проема в панель в процессе ее изготовления закладывают по периметру проема деревянные рейки высотой в толщину утепляющего слоя, образуя обвязку проема. Это позволяет, с одной стороны, надежно и чисто крепить обшивку к этой обвязке, а с другой,— использовать ее в качестве дверной или оконной коробки.

Требованиям сборно-разборности отвечают болтовые соединения блок-контейнеров между собой. По периметрам всех проходов и дверных проемов зазоры между соседними блок-контейнерами герметизируют упругими прокладками из эластичных пенопластов

или резин, утепляют и закрывают специальными щитами.

Соединение в блок-контейнер бескаркасных панелей показано на рис. VII. 1. Здесь представлены конструктивные узлы системы «Мелиоратор», где панели лишь частично усилены деревянными брусками в местах опирания покрытия и сопряжения их с полом. Тонкостенные гнутые профили по наружному контуру блок-контейнера служат для крепления наружной обшивки из профилированного стального листа. Сопряжения между панелями блок-контейнера жесткие, обеспечивающие неизменяемость узлов, рассчитаны на герметизацию стыков с помощью упругих прокладок или заливочных композиций пенопластов.

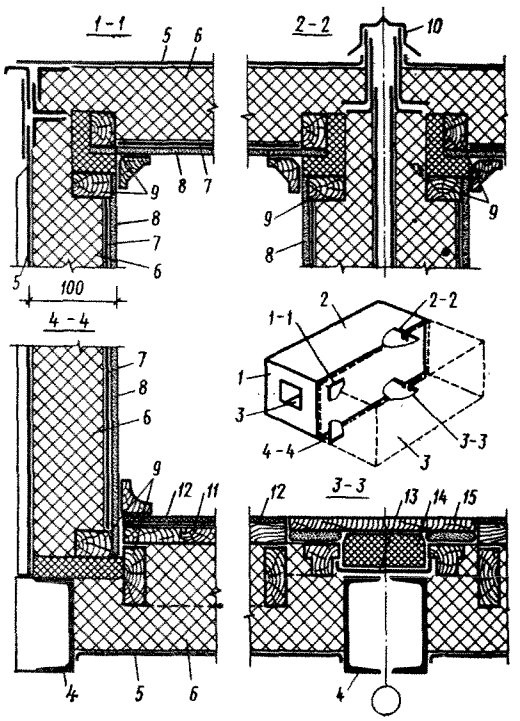


Рис. VII.1. Панельный блок-контейнер системы «Мелиоратор» (Минводхоз СССР). Конструктивные узлы:

1 — стеновая панель; *2* — плита покрытия; *3* — плита пола; *4* — стальная опорная рама основания блок-контейнера; *5* — стальной лист δ=0,8 мм; *6* — утеплитель (пенопласт ФРП-1); *7* — пароизоляция (полиэтиленовая пленка δ=0,15 мм); *8* — водостойкая фанера δ=6 мм; *9* — деревянные бруски; *10* — нащельник; *11* — доска половая; *12* — линолеум; *13* — стальная пластина; *14* — утепляющая прокладка; *15* — доборный щит пола

VII.2. Каркасно-панельные малоэтажные здания

Каркасно-панельные блок-контейнеры имеют несущий остов в виде жесткого металлического рамного каркаса с заполнением легкими панелями слоистой конструкции. По углам блока (при его длине до 6 м) размещаются стойки из профилированной стали круглого, квадратного или прямоугольного сечений. Они связаны в жесткий прямоугольный параллелепипед ригелями из уголков, швеллеров или двутавров. При увеличении длины блок-контейнера устанавливают промежуточные стойки каркаса, уменьшая тем самым пролеты для ригелей и соответственно их сечения. Для каркасов обычно используют строительную сталь различных марок и лишь в крайних случаях, когда требуется значительно снизить массу монтируемых конструкций, используют для этих целей алюминий. Заполнение коробов каркаса пенопластом, вспучивающимся в элементах, придает им жесткость, увеличивает несущую способность и улучшает теплозащиту помещений.

Ограждающие панели стен, несущие только собственную массу, имеют, так же как и при панельном несущем остове блок-контейнера, многослойную конструкцию. Отличие состоит в снижении к ним требований прочности и жесткости. Для наружной обшивки панелей используют тонкие стальные или алюминиевые листы, стеклопластик, водостойкую фанеру или древесно-волокнистые плиты с пленочным водоотталкивающим покрытием. Внутренняя обшивка панелей чаще всего выполняется из древесно-волокнистой или древесно-стружечной плиты; находят применение и гипсокартонные листы. Утеплителями служат пенопласты различных марок, а также минеральная вата, шерсть или войлок.

Наличие несущего каркаса в блок-контейнерах определяет ряд существенных особенностей в проектировании

и назначении размеров проемов. Конструкция позволяет устраивать проемы по длине, равные в плане расстоянию между стойками каркаса, а по высоте они могут быть приняты от уровня пола до низа ригеля. Можно представить себе блок-контейнер, закрытый панелями только с коротких торцов. Поставленные в ряд несколько таких блоков своими длинными сторонами образуют зальное помещение шириной до 6 м. Устройство же обычных оконных и дверных проемов, так же как и в блок-контейнерах с несущими панельными стенами, требует установки обрамления по периметру проема, которое выполняется чаще всего из деревянного бруска, бакелизированной фанеры или путем загиба обшивки панели.

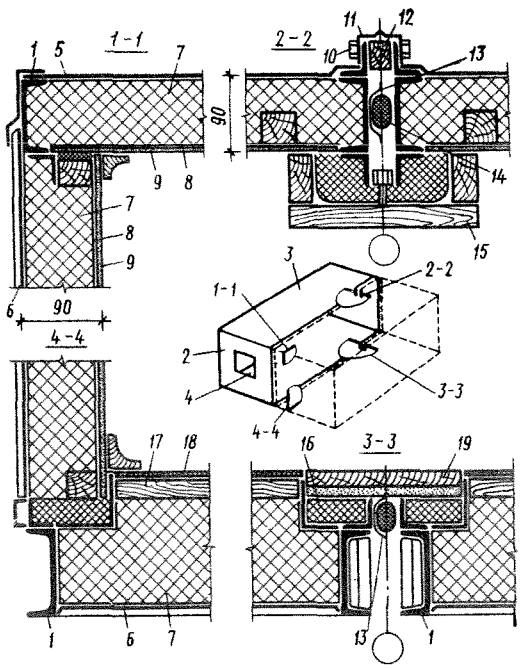


Рис. VII.2. Каркасно-панельный блок-контейнер системы «Комфорт» (Госагропром СССР). Коиструктивные узлы:

1 — несущий каркас блок-коитейнера из стальных прокатных швеллеров; *2* — стеновая панель; *3* — плита покрытия; *4* — плита пола; *5* — стальной лист δ=0,8 мм; *6* — гофрированный стальной лист δ=0,8 мм; *7* — утеплитель (пенопласт ФРП-1 или ПСБ-С); *8* — пароизоляция (полиэтилеиовая плеика δ=0,15 мм); *9* — древесно-волокнистая плита; *10* — болты; *11* — нащельник; *12* — брусок-вкладыш; *13* — скоба; *14* — гернит; *15* — деревянный короб; *16* — утепляющая прокладка; *17* — дощатый пол; *18* — линолеум; *19* — доборный щит пола

В отличие от вертикальных ограждающих панелей стен плиты покрытия и пола являются элементами, несущими и временную нагрузку. Их конструкция усиливается размещением дополнительных прогонов — балок из швеллеров или деревянных брусков. Плиты имеют слоистую конструкцию с наружной и внутренней обшивками и утепляющим слоем.

Ненесущие панели ограждающих поверхностей устанавливаются в пространственном каркасе одним из двух способов: в плоскости каркаса или внутри него. В последнем случае стоечные и ригельные части выступают из плоскости стен и образуют обрамление блок-контейнера.

Первый способ является самым выгодным с точки зрения выхода полезной площади, чем, видимо, и объясняется его широкое использование. Размещение утепляющих панелей в плоскости каркаса создает дополнительные теплотехнические трудности ликвидации «мостиков холода» через сами стойки и ригели. Значительно уменьшить промерзание удается заполнением полостей трубчатых каркасов эффективными утеплителями и тщательной заделкой стыка обшивок панелей утепляющими и герметизирующими прокладками. Установка панелей в плоскости несущего каркаса иногда позволяет частично включать их в статическую работу. Тогда несущие элементы каркаса могут быть приняты несколько меньших сечений.

Блок-контейнеры системы «Комфорт» (рис. VII. 2) имеют рамный каркас, выполненный из стальных швеллеров. В их плоскости размещены и ограждающие панели. Технология заводского производства предусматривает конвейерную сборку блок-контейнеров с использованием панелей максимальной готовности (огрунтованных, с гидротеплоизоляцией и облицовкой внутренних поверхностей). Блокирование по длинной стороне осуществляется четырьмя винтовыми стяжками с прокладкой утеплителя и гернита.

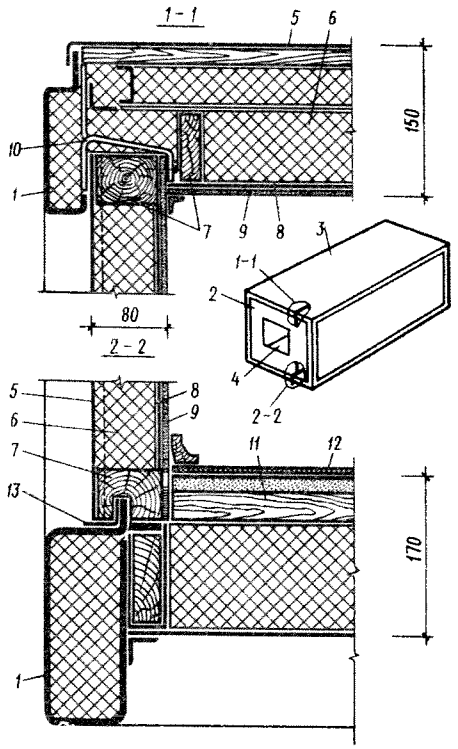


Рис. VII.3. Каркасно-панельный блок-контейнер системы «Универсал» (Главмосмонтажспецстрой). Конструктивные узлы:

1 — несущий каркас блок-контейнера из тонкостенных гнутых стальных профилей; *2* — стеновая панель с обрамляющим каркасом из деревянных брусков; *3* — плита покрытия с элементами жесткости из деревянных брусков и гнутых стальных профилей; *4* — плита пола, усиленная ребрами из деревянных брусков; *5* — стальной лист; *6* — утеплитель (пенопласт, вспенивающийся в конструкции); *7* — деревянные бруски; *8* — пароизоляция (полиэтиленовая пленка δ=0,15 мм); *9* — древесно-волокнистая плита; *10* — стальная скоба для крепления панели; *11* — дощатый пол; *12* — линолеум; *13* — прокладка из резины

Установка панелей внутри каркаса является самой невыгодной с точки зрения выхода полезной площади. Однако отсутствие «мостиков холода», возможность легкого соединения нескольких блок-контейнеров в одно целое могут стать определяющими при выборе конструктивного решения. В системе «Универсал» (рис. VII. 3) панели стен расположены внутри каркаса. Сам каркас выполнен из тонкостенных гнутых стальных профилей коробчатого типа. Заполненные пенопластом, они становятся не только жесткими и прочными, но и улучшают теплоизоляцию углов помещений. Соединение блок-контейнеров между собой осуществляется болтовыми стяжками. При этом зазор герметизируется прокладкой гернита и закрывается снаружи нащельниками.

VII.3. Малоэтажные здания из объемных блоков

Под объемными блоками подразумеваются в отличие от уже рассмотренных блок-контейнеров такие элементы, выполняемые в металле или пластмассе, которые работают под нагрузкой как оболочковые системы. Они представляют собой пространственно жесткие скорлупы.

Серийно выпускаемые объемные блоки системы ЦУБ (рис. VII. 4, *а*) выполнены в виде сварной круговой цилиндрической оболочки из листовой стали толщиной 2,0 мм. Диаметр цилиндра — 3,2 м, длина — 9,6 м. Жесткость оболочки обеспечивает стальной

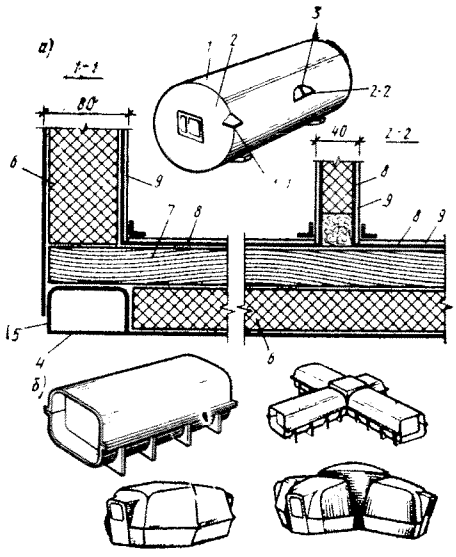


Рис. VII.4. Объемные блоки из металла и пластмасс:

а — объемный блок из стали системы «ЦУБ» (Миннефтегазстрой СССР); *б* — примеры объемных блоков из стеклопластиковых скорлуп; *1* — сварной цилиндрический корпус блока из стали; *2* — торцовая стеновая панель; *3* — внутренняя перегородка; *4* — стальной лист δ=2 мм; *5* — ребра жесткости из гнутого стального профиля; *6* — утеплитель (пенополистирольный пенопласт); *7* — деревянные бруски 30×60 мм; *8* — водостойкая фанера δ=4 мм; *9* — декоративный пластик

каркас, выполненный из гнутых тонкостенных профилей. Утеплителем служат плиты из полистирольного пенопласта. Торцовые стены представляют собой трехслойные панели типа «сэндвич» с наружной обшивкой из стального листа. Внутренняя обшивка выполнена из водостойкой фанеры и склеена пластиком.

При формовке разнообразных форм из стеклоткани, пропитанной различными синтетическими смолами, получают различные по внешнему виду объемные блоки из стеклопластика (рис. VII. 4, *б*). Их пространственная жесткость достигается формовкой скорлуп блока на большеразмерной сборно-разборной матрице или при склеивании в заводских условиях отдельных монтажных частей блока в единое целое.

Готовый объемный блок представляет собой единую монолитную трехслойную конструкцию. Это два защитных слоя скорлуп из стеклопластика и средний слой из пенопласта, вспученного между ними. Пенопласт прочно связывает в одно целое обе скорлупы.

Форма блока в значительной степени предопределяет распределение и концентрацию напряжений в ограждающих конструкциях. Так, углы в объемном блоке целесообразно проектировать скругленными, в местах концентрации напряжений размещают ребра жесткости, которые целесообразно совмещать с архитектурными профилями. Заводской стык отдельных элементов блока рационально предусматривать в зонах наименьших моментов.

При конструировании необходимо предусмотреть усиление конструкций пола блока. Для этого между наружной и внутренней скорлупами размещают деревянные бруски во вспенивающемся пенопласте. Специальные ребра жесткости, отформованные в процессе получения стеклопластиковых скорлуп, образуют обвязки для оконных и дверных проемов. Во избежание концентрации напряжений в углах проемов целесообразно проектировать их скругленными.

Объемный блок не требует специальной влагозащиты, так как его наружный слой диффузно герметичен.

VIII Глава. Перекрытия и полы

VIII.1. Требования к перекрытиям междуэтажным, чердачным, над подпольем, над подвалом

Малоэтажные жилые здания массового строительства по капитальности относятся к III—IV классам, соответственно долговечность конструкций перекрытий должна быть не ниже III степени, а их огнестойкость не ограничивается: перекрытия могут быть и несгораемыми, и трудносгораемыми, и сгораемыми. Перекрытия ограждают (изолируют) внутренние помещения от внешних воздействий (см. § II.4 и рис. VIII.1). Технические решения, обеспечивающие хорошие звуко- и теплоизоляционные качества перекрытия, различны, хотя в некоторых случаях средства, их обеспечивающие, могут совпадать. В качестве звуко- и теплоизоляционных материалов в малоэтажном строительстве применяют плитные и рыхлые материалы, такие, как легкие или ячеистые бетоны, минеральная вата и др.; хорошими звукоизоляционными материалами благодаря «вязкости» структуры, в которой гаснут звуковые волны, являются засыпки из песка или шлака. Для заделок неплотностей в конструкциях перекрытий применяют гипсовые, глиняные, известковые растворы. Для погашения звуков от ударов и трения (ходьба, передвижение мебели) применяют прокладки из упругих материалов — древесно-волокнистых плит толщиной 25 мм, древесно-стружечных и других ленточных или штучных материалов. Прокладки укладывают на

деревянные или железобетонные балки в местах опирания лаг или настила (рис. VIII.2—VIII.4) или на плиту перекрытия. Ударный шум поглощается также непосредственно упругими материалами пола, такими, как линолеум на тепло- и звукоизолирующей (упругой) подоснове (тапифлекс), поливинилхлоридные плитки.

Для защиты утеплителя от проникновения в него паров из помещения устраивают пароизоляционные слои из рулонных материалов, таких, как пергамин, рубероид, толь, а также из алюминиевой фольги, пленки, битумной обмазки или глиняной смазки. В чердачном перекрытии пароизоляционный слой располагают под утеплителем, а в перекрытиях над подпольем, над подвалом, под полом эркеров — над утеплителем (см. рис. VIII.1). Если полы этих перекрытий выполнены из гидроизоляционных материалов, например из плиток керамических, поливинил-

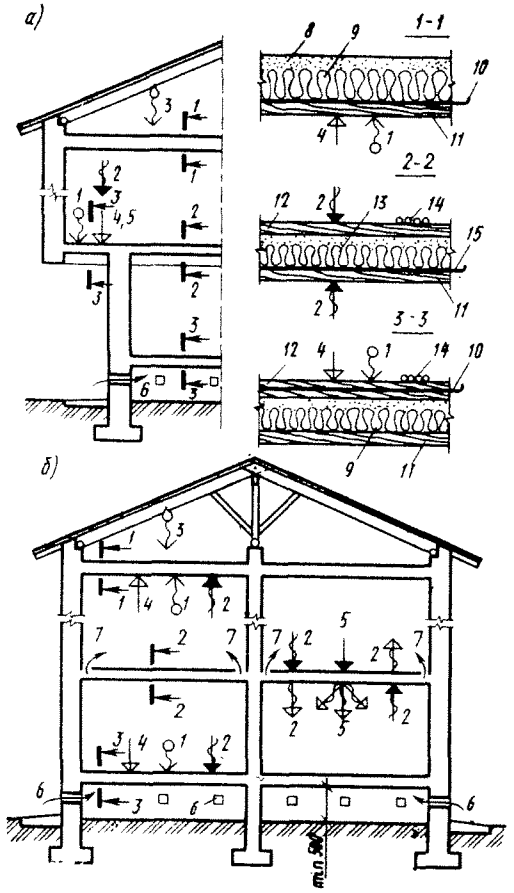


Рис. VIII.1. Перекрытия и осиовные воздействия на них (вертикальные нагрузки и горизонтальные силовые воздействия не показаны):

а, б — разрезы. Перекрытия (*1—1* — чердачное; *2—2*— междуэтажное; *3—3* — над подпольем или консольно выступающего элемента здания); *1* — диффузия водяного пара; *2* — воздушный шум; *3* — капель с крыши; *4* — тепловой поток; *5* — ударный шум; *6* — вентиляция подполья; *7* — вентиляция перекрытия; *8* — стяжка; *9* — утеплитель; *10* — пароизоляция; *11* — щитовой накат; *12* — покрытие; *13* — звукоизоляция; *14* — вода при мытье полов; *15* — гидроизоляция

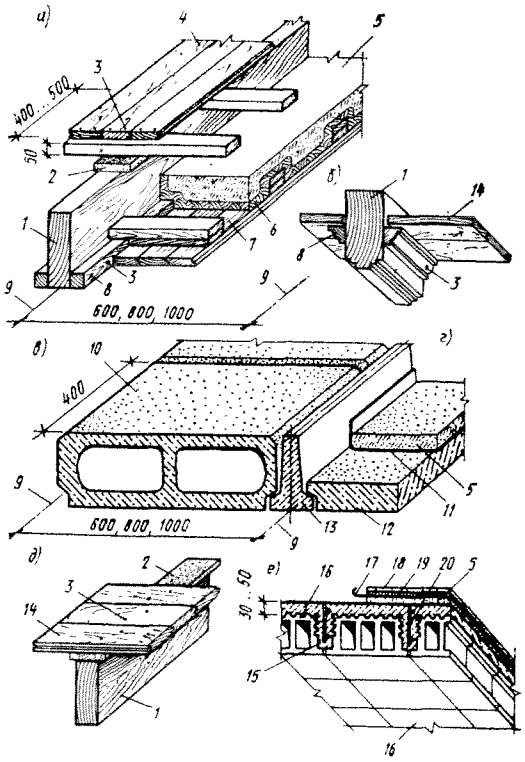


Рис. VIII.2. Схемы конструктивных решений перекрытий:

а, б, д — деревянные перекрытия по брусковым балкам; *в, г* — перекрытия по железобетонным балкам; *е* — часторебристое перекрытие с применением пустотелых керамических блоков (*а* — с квадратными черепными брусками; *б* — с черепными брусками, расположенными в середине высоты балки; *д* — с накатом поверху балки); *1* — деревянная брусковая балка одинарная из цельной древесины; *2* — упругая прокладка; *3* — гвоздь; *4* — дощатый пол по лагам; *5* — песок; *6* — смазка глиной; *7* — деревянный щитовой накат; *8* — черепной брусок; *9* — оси балок; *10* — двухпустотный легкобетонный вкладыш; *11* — толь; *12* — плита гипсовая или легкобетонная; *13* — железобетонная балка таврового сечения; *14* — дощатый настил (накат); *15* — железобетонные ребра-балки; *16* — пустотелый блок-вкладыш; *17* — рубероид; *18* — паркет; *19* — асфальт; *20* — арматура

хлоридных и других на прослойке из битумной или дегтевой мастики, из раствора на жидком стекле и т. п., то слой пароизоляции устраивать не надо, так как полы являются пароизоляционной защитой. Деревянные перекрытия малоэтажных зданий должны удовлетворять требованию по биостойкости, т. е. не должны подвергаться загниванию, особенно в местах заделок балок в гнезда при примыкании перекрытий к стенам. Повышение долговечности деревянных конструкций достигается применением воздушно-сухого леса и антисептированием древесины. Однако только одних этих мероприятий против загнивания древесины деревянных конструкций недостаточно, необходимо предусмотреть и ряд конструктивных мероприятий, способствующих высыханию древесины, а именно: конструировать перекрытия без образования мостиков холода и предусматривать вентиляцию перекрытий.

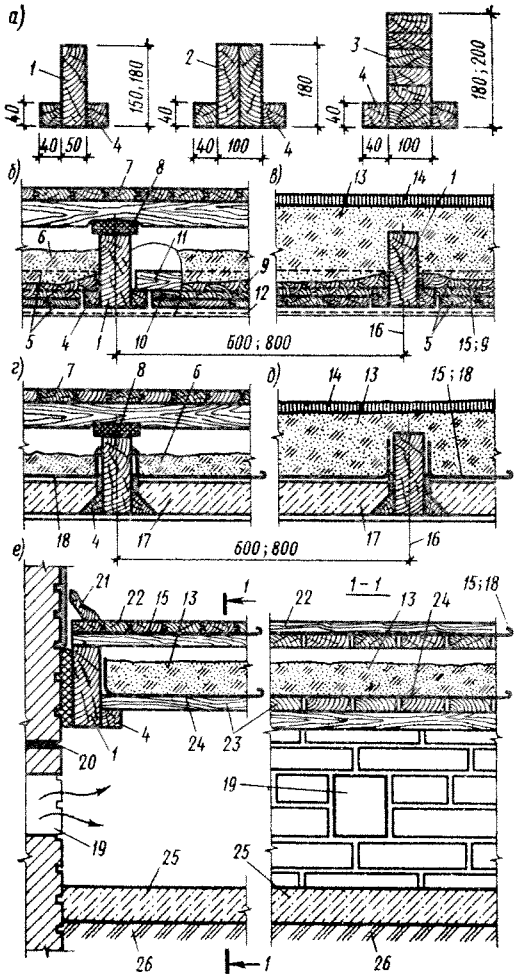


Рис. VIII.3. Перекрытия по деревянным балкам:

а — сечения балок; *б—д* — перекрытия по брусковым балкам; *е* — теплый пол первого этажа по балкам; *1* — балка брусковая однопролетная из цельной древесины; *2* — балка составная из цельной древесины; *3* — балка клееная; *4* — черепной брусок; *5* — деревянный щитовой накат; *6* — песок; *7* — дощатый пол по лагам; *8* — упругая прокладка; *9* — смазка глиной; *10* — подкладка под планку сечением 80×25 мм; *11* — поперечная планка сечением 80×32 мм; *12* — мокрая штукатурка по дранке; *13* — насыпной утеплитель (шлак, керамзит и др.); *14* — стяжка; *15* — пароизоляция; *16* — ось балки; *17* — накат из гипсовых или легкобетонных плит; *18* — толь; *19* — продух; *20* — гидроизоляционный слой; *21* — плинтус; *22* — дощатый пол по настилу; *23* — дощатый настил; *24* — пергамент; *25* — подстилающий слой; *26* — утрамбованный грунт

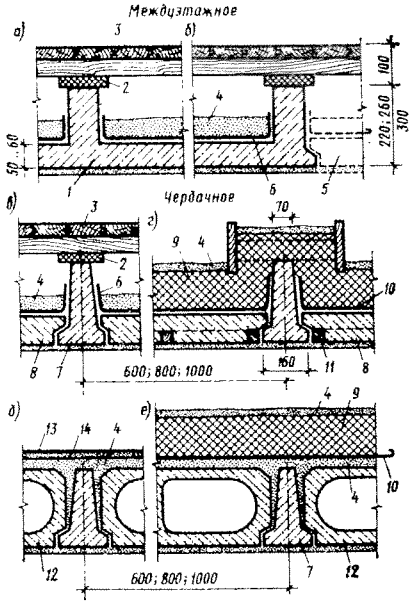


Рис. VIII.4. Перекрытия монолитные и сборные по железобетонным балкам:

а, б — монолитные; *в, г* — сборные по железобетонным балкам с гипсовыми плитами; *д, е* — то же, с легкобетонными вкладышами (*б* — узел сопряжения монолитного участка со сборным перекрытием по железобетонным балкам; *д* — пример устройства пола из линолеума); *1* — монолитный железобетон; *2* — упругая прокладка; *3* — дощатый пол по лагам; *4* — песок не менее 20 мм; *5* — условно показано сборное перекрытие; *6* — толь; *7* — железобетонная тавровая балка; *8* — плита гипсовая или легкобетонная; *9* — утеплитель (минеральная вата и др.); *10* — пароизоляция; *11* — деревянный каркас; *12* — двухпустотный легкобетонный вкладыш; *13* — линолеум по прослойке из холодной мастики на водостойких вяжущих; *14* — стяжка из легкого бетона 20 мм

VIII.2. Типы перекрытий из мелкоразмерных элементов

Перекрытия из мелкоразмерных элементов, применяемые в малоэтажных жилых и общественных зданиях, различаются: по конструктивным признакам — балочные и плитные (последние рассматриваются в разделе V); по материалам — деревянные, железобетонные и железобетонные с керамическими вкладышами; по способу производства работ — сборные, сборно-монолитные и монолитные. Перекрытия подразделяются также на перекрытия с гладким потолком и ребристые. Основной тип балочных перекрытий малоэтажных зданий — по деревянным балкам. Для того чтобы по междуэтажному перекрытию можно было ходить и ставить мебель, необходимо устроить *пол* из досок, которые укладывают по лагам, по дощатому *настилу* или непосредственно — по балкам. Для обеспечения хорошей звуко- или теплоизоляции применяют засыпку или плитные материалы, которые укладывают на накат, располагаемый между балками и опираемый на черепные бруски, прибиваемые к балкам. Простейшая конструкция междуэтажного перекрытия состоит из деревянных стандартных брусковых балок прямоугольного сечения, *черепных брусков* квадратного сечения, стандартного щитового наката, слоев толя и звукоизоляции, а также дощатого пола, укладываемого по *лагам* (рис. VIII.2, *а*; VIII.3, *б*). Все остальные конструктивные решения перекрытий являются разновидностью данной основной схемы. Так, при замене деревянных балок на железобетонные эта принципиальная схема не изменяется: балки имеют тавровое сечение, т. е. сечение, аналогичное сечению деревянной балки с черепными брусками. По железобетонным балкам укладывают гипсовые или легкобетонные накаты из плит (рис. VIII.4, *в*, *г*). Применение таких накатов экономит лесоматериалы, снижает стоимость перекрытия и уменьшает трудовые затраты; к недостаткам таких накатов следует отнести их большой вес по сравнению с деревянными накатами. Разновидностями накатов по железобетонным балкам являются легкобетонные или гипсобетонные пустотелые вкладыши высотой, одинаковой с высотой балки (рис. VIII.2 и VIII.4). Применение данных вкладышей в конструкции перекрытия позволяет располагать непосредственно на них пол из рулонных материалов, например из линолеума, предварительно устроив подготовку основания под такой пол. При применении гипсовых или легкобетонных накатов в перекрытиях по деревянным балкам форму черепных брусков делают треугольной (рис. VIII.3, *г*, *д*) — во избежание скалывания концов облегченных плит. Разновидностью основной конструктивной схемы деревянного перекрытия является расположение черепных брусков в средней части балки по высоте (рис. VIII.2, *б*). Это делают при увеличении высоты балок или при устройстве ребристого потолка в интерьере помещения: при применении фасонных черепных брусков и фигурной нижней части самой балки используют приемы народного творчества (рис. VIII.2, *б*). Расположение дощатого настила поверх балок позволяет получать перекрытия с открытыми балками — ребристый потолок (рис. VIII.2, *д*). Применение такой конструкции оправдало себя в чердачных перекрытиях и в перекрытиях санузлов, где желательно балки оставлять открытыми для проветривания.

Деревянные и железобетонные балки укладывают в перекрытиях на расстояниях друг от друга (в осях) 0,6; 0,8; 1,0 м. Деревянные балки изготовляют из хвойных пород (сосна, ель, лиственница). Для массового малоэтажного строительства балки рекомендованы двух типов — из цельной и из клееной древесины (рис. VIII.3, *а*). Размеры сечения балок и максимальную длину их определяют расчетом. Длина деревянных балок обычно не превышает 6 м. Так, балки из цельной древесины сечением 50×150 и

50×180 мм применяют для пролетов 2,4...3,6 м. Балки из клееной древесины сечением 100×180 и 100×200 мм применяют для пролетов 4,2...6,0 м. Допускается изготовление балок и с бо́льшими размерами сечений. Щитовой накат изготовляют типовых размеров с расстоянием между осями балок равным 600 мм. При изготовлении наката обычно используют отходы древесины (горбыли, обрезки досок).

Железобетонные балки таврового сечения изготовляют для пролетов 4,8 и 6,0 м высотой 220...260 мм, а для пролета 6,6 м — 300 мм. Для предохранения деревянных балок и лаг от загнивания и для просыхания звуко- и теплоизоляционного слоя необходимо предусматривать вентиляцию перекрытий, низкого подполья при полах на лагах и высокого подполья, перекрытие над которым выполнено по балкам. Вентиляция междуэтажных перекрытий и низкого подполья при полах на лагах выполняется через решетки, устанавливаемые в углах комнат или через щелевые плинтусы (рис. VIII.1, 7). С той же целью все деревянные части перекрытия (за исключением балок) не доходят до стен (лаги, щитовой накат, доски пола, паркет), оставляя зазор 5...10 мм. Для вентиляции подполья в стенах цоколя устраивают продухи размером не менее 250×250 мм. Эти продухи на лето открывают для просушки подполья, а на зиму закрывают утепленными деревянными заглушками. Для проветривания деревянных балок перекрытий в санитарных узлах не рекомендуется их снизу закрывать подшивкой; кроме того, в помещении санитарного узла необходима хорошо действующая вентиляция. Перекрытия в санитарных узлах желательно выполнять из железобетонных плит или по железобетонным балкам.

Сборно-монолитная часторебристая конструкция перекрытия с пустотелыми керамическими блоками (вкладышами) применяется в районах, располагающих запасами высококачественных керамических глин. В данной конструкции керамические блоки являются опалубкой и одновременно улучшают звуко- или теплоизоляционные качества перекрытия; забетоненные участки между блоками, в которых расположены арматурные каркасы, являются несущими ребрами-балками, расстояние между которыми определяется шириной блоков-вкладышей. В случае необходимости придания большей прочности и жесткости перекрытию поверх вкладышей устраивают железобетонный слой толщиной 30...50 мм, монолитно связанный с железобетонными ребрами-балками, поверх которого располагается пол. Недостатками таких перекрытий являются: сложность бетонирования промежутков между блоками, в которых уложены арматурные каркасы (необходимо применение «литого» бетона с мелкой фракцией заполнителя), и необходимость устройства опалубки по лесам. При проектировании малоэтажных зданий иногда приходится производить замоноличивание нетиповых участков перекрытий. Такие участки обычно выполняют из железобетона ребристыми — ребрами вверх или вниз (см. рис. VIII.4, *а, б*).

В чердачных перекрытиях возможно увлажнение деревянных балок сверху (капель с крыши). Для защиты балок от увлажнения сверху поверхность теплоизоляции покрывают слоем известкового или шлакоизвесткового раствора толщиной 20...30 мм (см. рис. VIII.3, *в, д*). Этот слой раствора (стяжка) достаточно паропроницаем и, следовательно, не препятствует выделению водяного пара из перекрытия, попавшего в него из помещения. При конструировании чердачных перекрытий по железобетонным балкам необходимо заботиться о том, чтобы не создавались мостики холода, вызывающие отсыревание внутренних поверхностей потолка. Железобетонные балки, выступающие в зону чердака, необходимо утеплять минераловатным войлоком или обсыпкой из материала, примененного в качестве утеплителя чердака (см. рис. VIII.4, *г*).

VIII.3. Полы

Конструкция пола состоит из ряда последовательно лежащих слоев. *Покрытием пола* (чистым) называется верхний слой пола, непосредственно подвергающийся износу и другим эксплуатационным воздействиям. Покрытия полов подразделяются на полы из штучных материалов (досок, паркета, линолеума и др.) и сплошные (бетонные, асфальтовые и др.). Наименование пола устанавливают по наименованию его покрытия. *Прослойка* — промежуточный соединительный (клеевой) слой, связывающий покрытие с нижележащим элементом пола (стяжкой) или перекрытием или же служащий для покрытия упругой постелью. *Стяжка* — слой, служащий для выравнивания поверхности подстилающего слоя или основания и для придания покрытию требуемого уклона. Кроме того, стяжку применяют для устройства жесткой или плотной корки по нежесткому или пористому тепло- или звукоизоляционному слою. Стяжка по сплошному тепло- или звукоизоляционному слою перекрытия допускается при сосредоточенных нагрузках на пол не более 0,2 кН. Материалом для стяжки служат цементно-песчаный раствор, бетон, легкий бетон, асфальт, древесно-волокнистые плиты. *Основанием для пола* являются перекрытие или слой грунта (в полах на грунте), воспринимающие все нагрузки, действующие на пол. *Подстилающий слой* (подготовка) применяется для распределения нагрузки на основание.

В малоэтажных зданиях особого внимания заслуживают конструктивные схемы решения полов первых этажей. Их выполняют по трем схемам: полы по балкам, полы по лагам и полы на грунте. Полы по балкам устраивают над холодными подпольями, если уровень чистых полов первых этажей выше уровня земли на 0,8...1,0 м (см. рис. VIII.3, *е*). Несущая конструкция пола первого этажа по балкам аналогична конструкции пола междуэтажного перекрытия. Отличием является место расположения пароизоляционного слоя, который располагается между дощатым полом и настилом. Для защиты перекрытия от увлажнения капиллярной влагой в стенах ниже уровня заделки балок в стены устраивают слой гидроизоляции. Полы по лагам применяются в малоэтажных зданиях первых этажей при высоте подполья не более 250 мм (рис. VIII.5). Лаги опирают на кирпичные или бетонные столбики высотой 200...250 мм, которые ставят на известково-щебеночную, известково-песчаную или глиняную подготовку толщиной 100...120 мм, укладываемую на утрамбованный грунт. Лаги опирают на деревянные антисептированные прокладки шириной 100... 150 мм, длиной 200...250 мм и толщиной не менее 25 мм. На столбики для изоляции лаг от капиллярной влаги под деревянные прокладки укладывают два слоя толя или слой рубероида. Если уровень чистого пола первого этажа выше уровня земли на 0,8...1 м, то для устройства полов на лагах требуется подсыпка из утрамбованного грунта высотой 0,5...0,7 м. Во избежание осадки пола эту подсыпку укладывают слоями по 120...200 мм с поливкой водой и тщательным трамбованием. Расстояние между лагами (пролет покрытия), толщина и пролет лаг зависят от принятого покрытия пола и нормативных полезных нагрузок, допускаемых на этот пол. Обычно в малоэтажных зданиях в качестве полов по лагам принимают дощатые полы, паркетные доски, щиты. В помещениях с такими полами нормативные нагрузки на пол не превышают 4 кН/м^2. Для таких нагрузок лаги выполняют прямоугольного сечения шириной 80... 100 мм. При толщине лаг 40 мм пролет лаг принимается не более 0,8... 0,9 м, а при толщине лаг 50 мм — 1... 1,1 м. Расстояние между лагами (пролет конструкции пола) принимают равным 400...500 мм (рис. VIII.5, *а*). При размещении лаг, по которым уложен дощатый пол, необходимо учитывать направление потока света из окон в помещение. Желательно, чтобы про-

дольные стыки досок были бы параллельны потокам света, что делает эти стыки менее заметными в интерьере. Можно располагать лаги под углом 45° к наружной фасадной стене здания, что позволяет укладывать доски пола в нужном для каждой комнаты направлении.

Полы на грунте применяют в первых этажах некоторых гражданских малоэтажных зданий. Основанием для пола служит слой грунта (рис. VIII.5, *в, г*). По нему укладывается подстилающий слой (подготовка), служащий для распределения нагрузки от пола на основание. Выбор типа подстилающего слоя зависит от нагрузки на пол, применяемых материалов и свойств грунта. Толщину известково-песчаного и асфальтобетонного подстилающего слоя принимают не менее 60 мм; шлакового, гравийного, известково-щебеночного и глинобитного — не менее 80 мм; бетонного в жилых и общественных зданиях — не менее 80 мм. Если необходима защита пола от грунтовых вод, устраивают гидроизоляцию (рис. VIII.5, *г*), которую располагают под подстилающим слоем.

Полы из штучных материалов включают паркетные, дощатые и др. В малоэтажных зданиях наибольшее применение получили полы дощатые (рис. VIII.2, *а*; VIII.3, *б, г, е*; VIII.4, *а, в*), из паркетных досок и щитов (рис. VIII.5, *б*), из линолеума (рис. VIII.4, *д*), из керамических плиток. Полы дощатые, из паркетных досок устраивают главным образом в жилых помещениях, где пол не подвергается сильным изнашивающим воздействиям. *Пол из досок* толщиной 29...37 мм укладывают по лагам, по настилу или непосредственно по балкам. Стыки до-

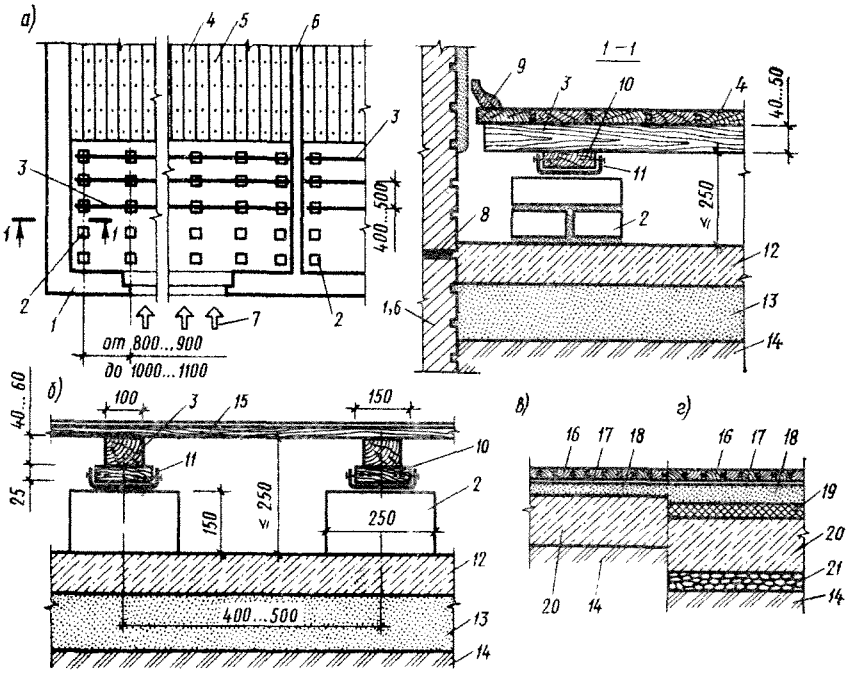


Рис. VIII.5. Конструкции полов первых этажей по лагам и на грунте:

а — дощатый пол по лагам (схема плана и разрез *1—1*); *б* — пол из паркетных досок или щитов; *в, г* — пол на грунте; *1* — наружная стена; *2* — кирпичный или бетонный столбик; *3* — лага; *4* — дощатый пол по лагам; *5* — гвозди; *6* — внутренняя стена; *7* — направление света в помещение; *8* — гидроизоляционный слой; *9* — галтель; *10* — антисептированная прокладка; *11* — два слоя толя; *12* — известково-щебеночная подготовка; *13* — подсыпка; *14* — утрамбованный грунт; *15* — пол из паркетных досок или щитов; *16* — покрытие пола (паркет); *17* — прослойка из холодной мастики на водостойких вяжущих; *18* — стяжка из цементно-песчаного раствора; *19* — теплоизоляция; *20* — бетонный подстилающий слой; *21* — гидроизоляция

сок пола по длине должны находиться на лагах или балках. Полы из *паркетных досок* толщиной 25...27 мм устраивают только в помещениях с сухим режимом эксплуатации, так как частое и обильное увлажнение пола приводит к короблению досок и отклеиванию планок лицевого покрытия. К балкам и лагам паркетные доски прибиваются гвоздями. Укладка *щитового паркета* толщиной 30 мм аналогична укладке полов из паркетных досок. *Штучные паркетные полы* набирают из паркетной клепки (планок) толщиной 16 мм, изготовляемой из твердых пород дерева: дуба, бука, клена, реже из хвойных пород (например, лиственницы толщиной 19 мм). Кромки клепок имеют пазы и гребни. Клепки соединяются между собой в шпунт. Штучный паркет в малоэтажных зданиях устраивают по балочным междуэтажным перекрытиям, а также при устройстве полов на грунте. В междуэтажных перекрытиях паркетную клепку укладывают по сплошному дощатому настилу, уложенному на балки через упругие прокладки. При укладке паркетного пола по дощатому основанию предварительно настилают слой картона или несколько слоев тонкой бумаги для предупреждения скрипа при ходьбе. Паркет к доскам крепят гвоздями, прибиваемыми в пазы каждой клепки; такой паркетный пол дорог и трудоемок. Штучный паркет иногда настилают также и по цементно-песчаной стяжке или по стяжке из литого асфальтобетона. В перекрытиях малоэтажных жилых зданий данная конструкция пола применяется редко; чаще — в полах на грунте.

Устройство полов из линолеума, из керамических (метлахских) плиток и т. д. см. в разделе IV.

Сплошные полы (цементные, бетонные, асфальтовые, мастичные и др.) в малоэтажных жилых зданиях применяются в подвальных помещениях; большое применение эти полы получили при строительстве промышленных зданий и в подвальных помещениях гражданских зданий (см. раздел IV).

IX Глава. Крыши и кровли зданий малой и средней этажности

IX.1. Скатные крыши и чердаки. Общие сведения

Скатные крыши являются одной из разновидностей покрытий зданий, ограждающих их сверху от различных атмосферных воздействий. Скатными крыши названы потому, что геометрически выполняются в виде одной или нескольких наклонных плоскостей — *скатов*, способствующих быстрому стеканию дождевых и талых вод. Обычно эти скаты, наклон которых достаточно велик, устраиваются над чердаком, вследствие чего их называют *чердачными скатными крышами* в отличие от *бесчердачных* (совмещенных) *покрытий*.

Конструктивно скаты состоят из верхнего водонепроницаемого ограждающего слоя — *кровли* и поддерживающей ее системы несущих элементов крыши — *стропил* и *обрешетки* (рис. IX.2, *к*). Эти несущие элементы крыши должны обеспечивать надежность ее работы в течение всего срока эксплуатации при восприятии всех видов силовых воздействий, из которых важнейшими являются: временные снеговые нагрузки (их нормативные значения различны для районов СССР — от 0,5 до 2,5 кН/м²); временные горизонтальные ветровые нагрузки (давления скоростных напоров ветра также различны для районов СССР — от 0,27 до 1,0 кН/м²); собственная масса конструкции; нагрузки, возникающие при эксплуатации покрытия (ремонты и т. д.).

Требования к материалам кровли вытекают из ее назначения: водонепроницаемость, морозостойкость, стой-

кость против воздействия солнечной радиации, стойкость к химической агрессии веществ, осаждающихся из атмосферы, и т. д. Область применения чердачных скатных крыш ограничивается в основном гражданскими зданиями малой и средней этажности. Применение таких крыш в зданиях свыше пяти этажей не рекомендуется. Это связано с трудностями уборки снега, необходимостью отвода воды через внутренние водостоки (СНиП 2.08.01—85) и т. п.

Форма крыш и материал кровли играют весьма важную роль в архитектуре зданий небольшой этажности. При установлении формы крыши существенное значение имеет *уклон* ее скатов или, что то же, *уклон покрытий*. Он определяется плоским углом наклона ската к условной горизонтальной плоскости и выражается в градусах, процентах, через тангенс этого угла в виде простой дроби ($^1/_4$, $^1/_{10}$) или десятичной (0,25; 0,1 и т. д.).

Уклон покрытий тесно связан с кровельным материалом: каждому материалу присущи допустимые пределы этого уклона (см. табл. IX.1). Вместе с тем, устанавливая уклон, архитектор должен принимать во внимание и климатические условия места строительства. Так, в районах со значительными снегопадами желательно избегать отложений снега, имея в виду, что при уклоне ската 60° снег не держится на кровлях, а при гладких поверхностях кровель и при углах $\geqslant$45° в районах со значительной величиной ветрового напора нерациональны высокие крыши; в южных районах, где значительна солнечная радиация, не рекомендуется пологая кровля темных тонов и т. п.

Для скатов чердачных крыш чаще всего принимают уклоны от 1 : 5 до 1 : 1. При меньших уклонах применяются другие кровельные материалы, и, как правило, другие конструктивные решения — совмещенные (бесчердачные) покрытия (более подробно рассмотрены в гл. XIII).

Такие покрытия с уклонами порядка 1 : 20, 1 : 10 (5 и 10%) называют *пологими*. Покрытия с уклоном кровель до 2,5% называют *плоскими*. Обычно их используют для устройства террас, открытых площадок на крышах и т. д., т. е. как эксплуатируемые плоские покрытия.

По количеству скатов чердачные крыши бывают одно-, двух-, четырех- и многоскатными (рис. IX.1). Архитектуру крыши формируют также такие ее элементы, как полувальмы, слуховые окна, наличие мансард и т. п.

Ребро двугранного угла, образуемого в вершине крыши двумя скатами, называется *коньком*. Треугольный скат крыши, расположенный в торце вытянутого в плане здания, называется *вальмой*; неполный торцовый скат — *полувальмой*. Если же крыша заканчивается в торце вертикальной стеной, то могут быть два решения: торцевая стена поднимается выше поверхностей ската крыши, образуя *щипец*; скаты крыши перекрывают торцевую стену и выступают перед ней, образуя крытый сверху треугольный участок стены — *фронтон*. При устройстве на этой стене горизонтального карниза, отделяющего треугольный участок, образуется *тимпан* фронтона.

Выступ крыши перед фасадом, заканчивающийся капельником, препятствующим стеканию и смачиванию водой поверхностей стены, называется *свесом*. Вынос (расстояние от стены) этого свеса обычно $\geqslant$50...60 см.

В местах пересечения соседних скатов образуется двугранный угол, который может быть выступающим и западающим. Линия пересечения выступающего угла называется *накосным ребром;* западающего — *ендовой*. Как правило, скаты кровли имеют одинаковый уклон. В этом случае положения линий накосного угла и ендовы в плане совпадают с биссектрисами углов здания (рис. IX.1).

Чердачные скатные крыши, как правило, не утеплены. Теплозащитные

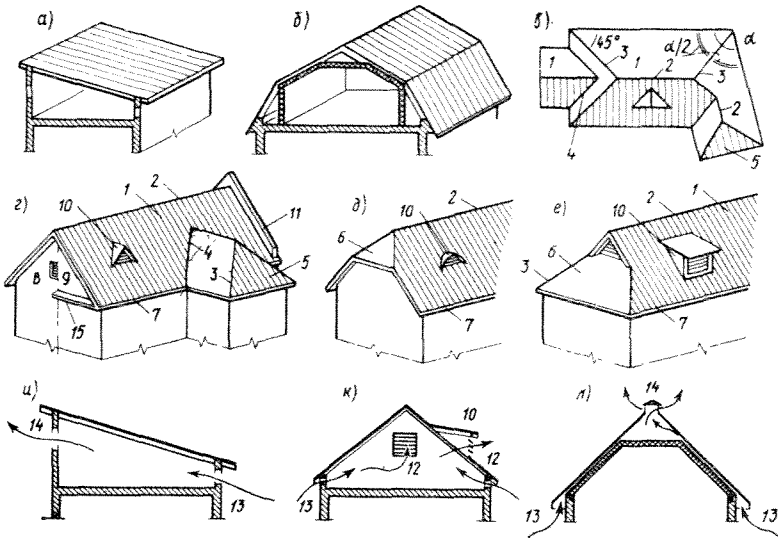


Рис. IX.1. Основные формы чердачных скатных крыш:

а — односкатная; *б* — двухскатная ломаного профиля, с мансардой; *в* — пример построения плана скатов крыши; *г, д, е* — общий вид двускатных крыш с фронтоном, вальмой и полувальмой; *и, к, л* — схема проветривания чердаков, а также воздушных прослоек совмещенной крыши; *1* — скат; *2* — конек; *3* — накосное ребро; *4* — ендова; *5* — вальма; *6* — полувальма; *7* — свес крыши; *8* — фронтон; *9* — тимпан фронтона; *10* — слуховое окно; *11* — щипец; *12* — решетка жалюзи; *13* — приточное отверстие; *14* — вытяжное отверстие; *15* — карниз фронтона

ограждающие функции присущи только чердачному перекрытию. Исключение составляют участки крыш, расположенные над мансардными этажами (наклонные участки); в таких случаях устраиваются скатные бесчердачные совмещенные покрытия.

Неутепленный чердак должен обязательно проветриваться. Естественная вентиляция предохраняет его летом от перегрева, зимой от образования инея и конденсата из переувлажненного воздуха чердака. Переувлажняется воздух вследствие проникновения паров влаги снизу через неплотности чердачных перекрытий. Температура же воздуха в пределах чердака зимой существенно различна: она подогревается поступающим снизу теплом и охлаждается под кровлей с выделением конденсата (если эта температура выше 0 °С) или инея (менее 0 °С). Конденсат или оттаявший иней капает на чердачное перекрытие и увлажняет его, ухудшая его теплоизоляционные свойства. Для борьбы с этим необходимы меры по защите утеплителя и в том числе интенсивное проветривание чердака. Для этого применяются: *слуховые окна,* равномерно размещенные вдоль здания так, чтобы обеспечить сквозное проветривание (низ слухового окна располагают на 1...1,2 м выше верха чердачного перекрытия); вентиляционные отверстия под карнизом; вытяжные трубы (если это требуется), размещаемые по коньку крыши. В зоне, прилегающей к карнизу, утеплитель покрывается водозащитной коркой, предохраняющей его от намокания стекающими каплями конденсата.

Конструкции чердака проектируются так, чтобы был обеспечен свободный проход высотой не менее 1,6 м и шириной не менее 1,2 м (на отдельных участках протяженностью до 2 м допускается высота 1,2 м) вдоль чердака; в самых низких местах у наружных стен высота должна быть не менее 0,4 м, для обеспечения периодического осмотра и при необходимости ремонта конструкции.

IX.2. Стропильные конструкции

Стропильными конструкциями (или просто стропилами) называют, совместно с обрешеткой, несущий остов крыши. Эти термины происходят от деревянных конструкций плотницкой работы. Нынче они же распространяются и на несущие конструкции крыши из металла и из железобетона. Конструкции подразделяются

на две основные группы: *наслонные* и *висячие* стропила.

Основным элементом наслонных стропил являются наклонные одно-, двух- и многопролетные балки, располагаемые вдоль скатов (*стропильные ноги*), работающие на изгиб по балочной схеме. Помимо этих элементов наслонные стропила включают также систему прогонов, стоек, подкосов, лежней, поддерживающих стропильные ноги и передающих нагрузку на нижерасположенные стены или столбы.

Наслонные стропила (рис. IX.2) применяют в тех случаях, когда в здании имеются два или несколько рядов вертикальных опор (стен или столбов), расстояния между которыми (L) не превышают 5...8 м; такие пролеты легко перекрыть наклонными балками (стропильными ногами) из досок, брусьев или бревен, располагаемыми вдоль скатов на расстояниях друг от друга в осях (шаге стропил) порядка 0,8...1,2 м и более. Величина шага устанавливается расчетом. Внутренние стены и столбы доводят обычно только до уровня, превышающего верх чердачного перекрытия на 15...20 см: нет смысла загромождать конструкциями пространство чердака. Их заменяет система *стоек* (шаг 4...6 м), покоящихся на *лежнях* и поддерживающих верхний продольный брус — *прогон*. Стропильные ноги укладываются на прогоны, а нижние концы этих ног на подстропильные брусья — *мауэрлаты*. Для жесткости и устойчивости стропил между стойками и прогонами вводят *подкосы*, разгружающие прогоны и образующие с ними подстропильную раму. Подкосы применяют также и для разгрузки стропильных ног. Расстояние между опорами L (пролет балки стропил без подкоса) обычно не превышает 5...5,5 м (рис. IX.2, *а*); при введении же подкоса стропильная балка превращается в двухпролетную (l_1 и l_2) и расстояние L можно увеличить до 8 м (*б* и *в*). Если при этом длина стропильной ноги превышает стандартную длину лесоматериалов, ее проектируют составной. Стропила для других значений L см. на рис. IX.2 *г*, *и*. На внутренних опорах подкосы нужно устанавливать с двух сторон — для погашения распора у основания стойки; угол между подкосом и стойкой не должен превышать 40...45°.

У наружных стен во избежание срыва кровли ветром стропильные ноги через одну крепят проволочной скруткой (4...6 мм) к костылю или ершу, заделанным либо в стену, либо к балочным элементам чердачного перекрытия.

Диагональные (или накосные) стропильные балки, укладываемые в местах накосных ребер крыши, опираются в коньке либо на коньковый прогон, либо на прибоины стропильных ног (детали «В» и «Г» на рис. IX.3). Стропильные ноги, устанавливаемые в углах, врубаются в диагональные балки, располагаясь с ними в одной плоскости. Эти диагональные балки имеют большую длину и большие нагрузки и потому поддерживаются дополнительными опорами в пролете в виде подкосов, стоек, шпренгелей (рис. IX.3, *д*). Стропильные ноги и накосные стропильные балки не должны соприкасаться с каменной кладкой карнизов стен во избежание загнивания. Для устройства обрешетки на карнизных свесах применяются деревянные антисептированные доски шириной 25...40 мм, прикрепленные гвоздями сбоку к стропильным ногам и как бы продолжающие их вдоль ската в сторону свеса, такие прибоины называются *кобылками*. На диагональных стропильных балках эти кобылки прибиваются с двух сторон — вдоль двух скатов (рис. IX.3, *а*).

Все размеры стропильных ног, обрешетки, подкосов и других определяются расчетом. Ширина досок, применяемых для стропил, обычно равна 40...50 мм, брусьев — 60...140 мм. Мауэрлаты выполняют из брусьев 140×160 или 160×180 мм либо из

бревен 180...200 мм, отесанных на два канта. Лежни имеют те же сечения при установке их на стены и расчетные сечения при установке на столбы. И мауэрлаты, и лежни антисептируются и укладываются на каменные стены с подкладкой толя. Сопряжения стропильных элементов между собой выполняются: для элементов из брусьев и бревен — на врубках, шипах, скобах; для элементов из досок — на гвоздях.

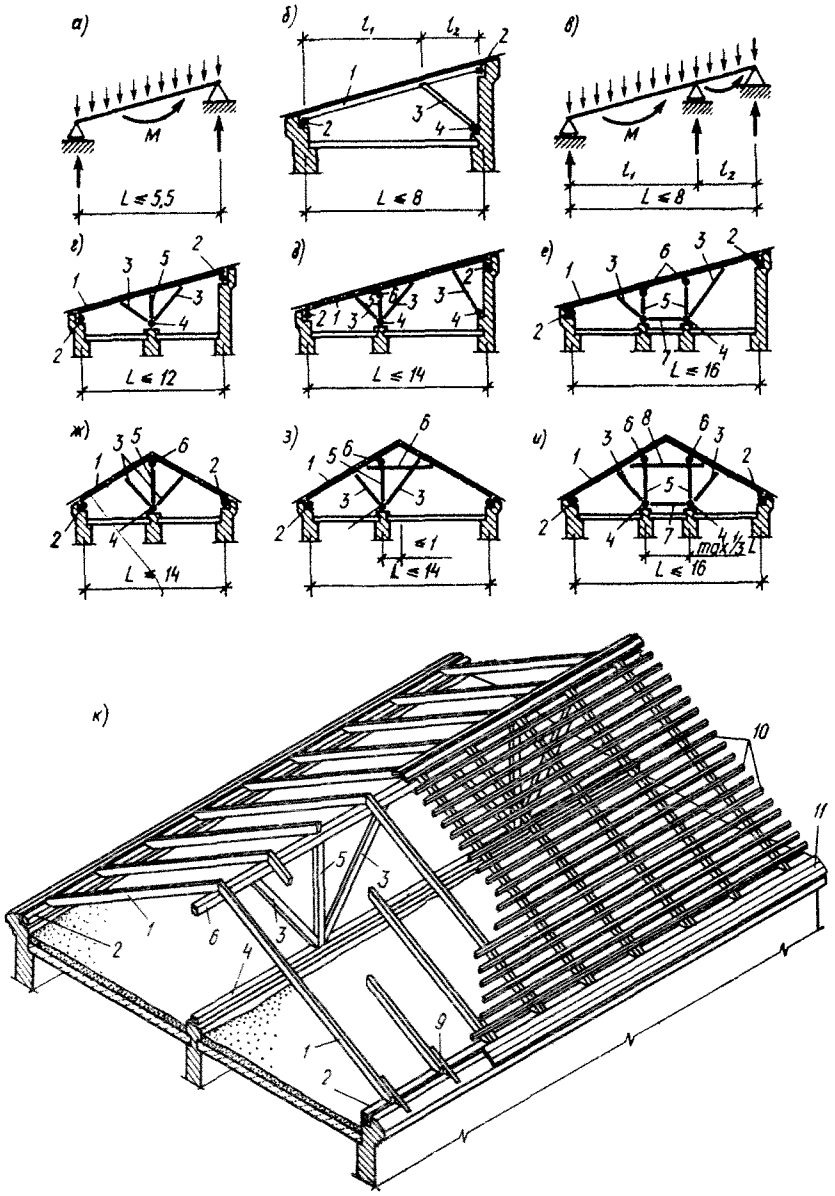


Рис. IX.2. Наслонные стропила скатных крыш:

а—и — схемы стропил (размеры в м) (*а—е* — односкатных, *ж—и* — двускатных); *к* — общий вид; (*а, в* — схемы работы одно- и двухпролетных стропильных ног); *1* — стропильная нога; *2* — мауэрлат; *3* — подкос; *4* — лежень; *5* — стойка; *6* — прогон; *7* — распорка; *8* — схватка; *9* — кобылка; *10* — обрешетка; *11* — свес крыши

Из деревянных стропил в настоящее время в массовом строительстве чаще применяют дощатые главным образом из сборных укрупненных элементов заводского изготовления — в виде готовых к монтажу *щитов*. Стропильный щит состоит из стропильных ног, брусковой обрешетки и диагональных раскосов, придающих щитам жесткость. В простейшем случае щи-

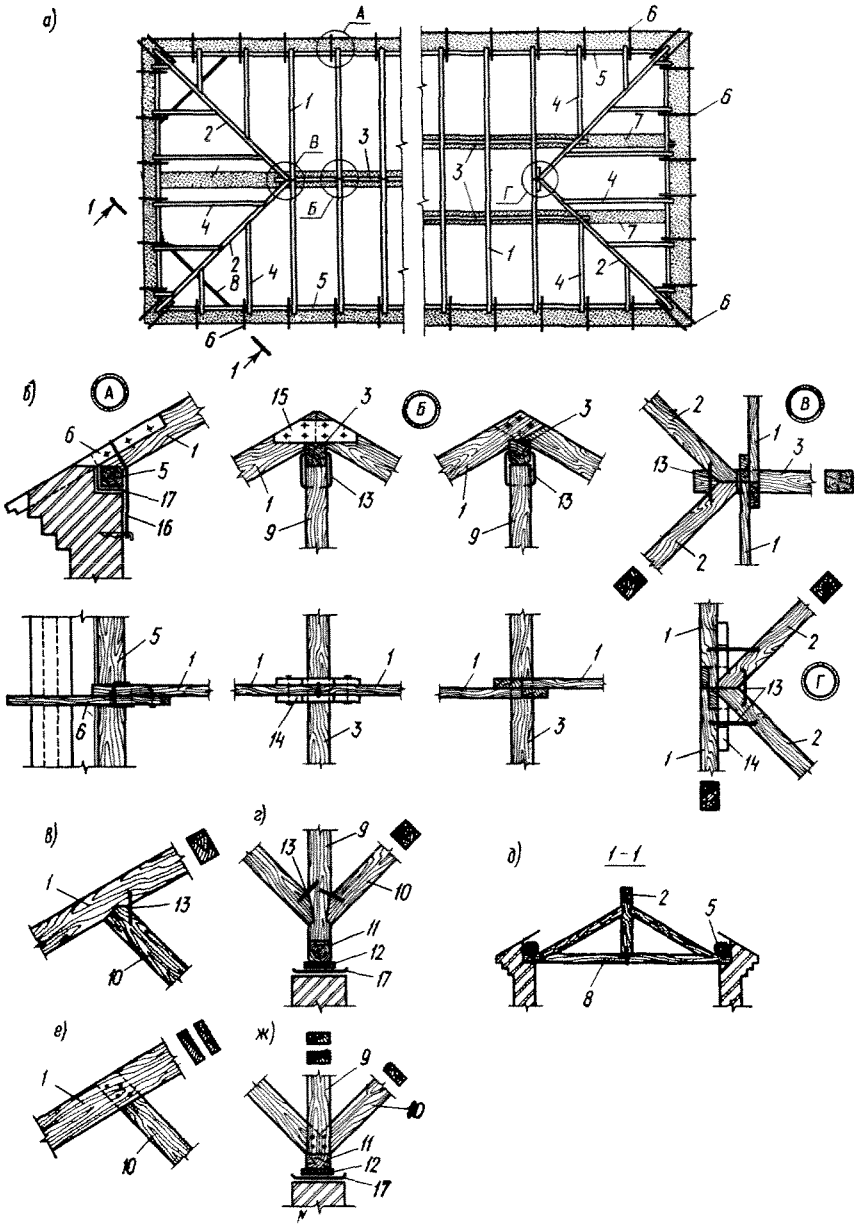


Рис. IX.3. План и детали наслонных стропил:

а — план стропил; *б* — узлы; *в, г, е, ж* — узлы сопряжений элементов; *д* — шпренгель под накосную ногу; *1* — стропильная нога; *2* — накосная (диагональная) стропильная нога; *3* — прогон; *4* — нарожник; *5* — мауэрлат; *6* — кобылка; *7* — внутреннне стены; *8* — шпренгель; *9* — стойка; *10* — подкос; *11* — лежень; *12* — антисептированная подкладка; *13* — скоба; *14* — прибоина; *15* — двусторонняя накладка на гвоздях; *16* — скрутка из проволоки; *17* — толь

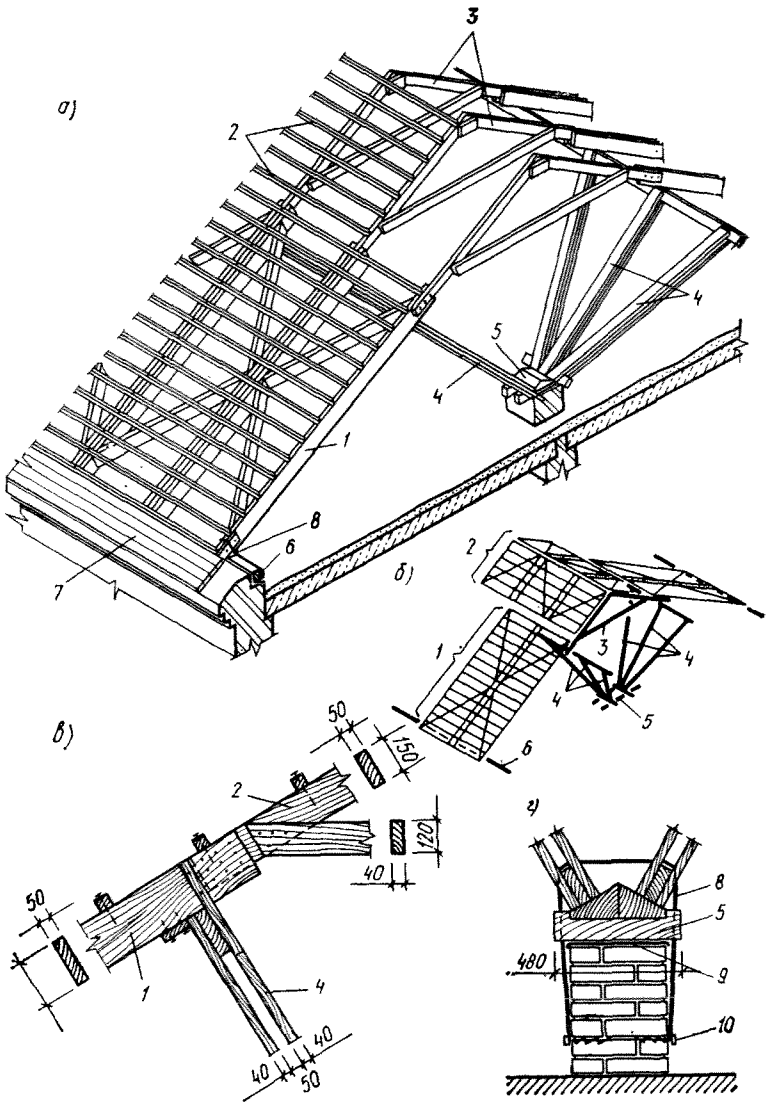


Рис. IX.4. Сборные дощатые щитовые стропила:

а — фрагмент общего вида; *б* — схема и маркировка; *в* — узел сопряжения щитов *1, 2* и коньковой фермы; *г* — опорный узел; *1* — стропильный щит; *2* — коньковый щит; *3* — коньковые фермочки; *4* — подстропильная рама; *5* — подкладной элемент; *6* — мауэрлат; *7* — карнизный щит; *8* — крепежная скрутка из проволоки; *9* — прокладка из толя; *10* — костыль или ерш

ты укладывают непосредственно на мауэрлаты и коньковые прогоны. Интереснее конструкция рис. IX.4. Здесь наклонные подстропильные рамы *4* играют одновременно и роль прогонов, и роль подкосов стропильных ног, обеспечивая пространственную жесткость всей стропильной конструкции. В среднем пролете они перекрыты стропильными фермочками *3*, входящими в состав коньковых щитов *2*. Сборным выполняется и карнизный щит *7*, включающий кобылки.

Не получили широкого распространения сборные наслонные железобетонные стропила, несмотря на то, что они долговечны, экономичны, несгораемы (рис. IX.5, *а*). Стропильные ноги *1* этих стропил выполняются в виде железобетонных балок прямоугольного или таврового сечения. По стропильным ногам можно применять обрешетки из дерева, металла, железобетонных брусков. В двух последних случаях шаг стропильных ног можно увеличить до 2...3 м и целесообраз-

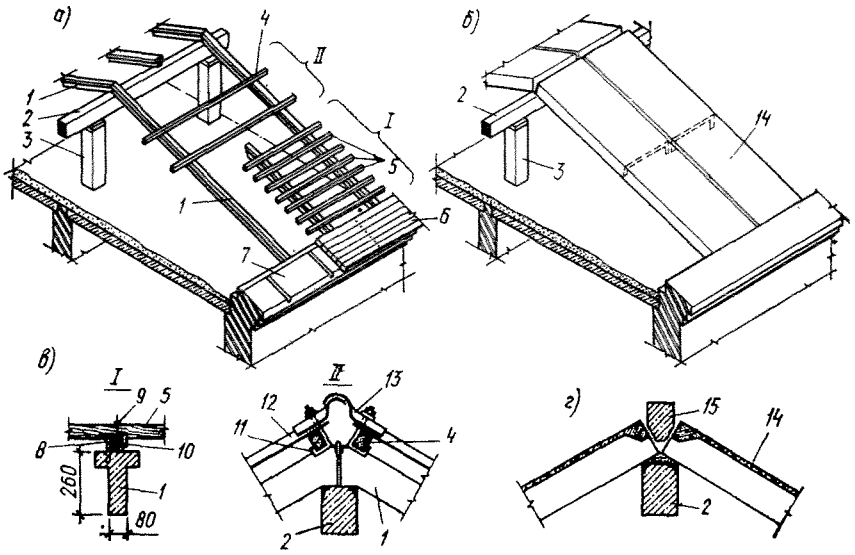


Рис. IX.5. Сборные железобетонные стропила:

а — с железобетонными стропильными ногами и обрешеткой; *б* — из железобетонных ребристых плит; *в* — детали обрешетки; *I* — обрешетка из деревянных брусков под обычную кровлю; *II* — обрешетка из железобетонных или металлических балочек под кровлю усиленного профиля; *г* — опирание плит на прогон; *1* — стропильная нога; *2* — железобетонный прогон; *3* — кирпичный столб; *4* — железобетонные бруски обрешетки; *5* — обрешетка; *6* — дощатый настил над карнизом; *7* — кобылки; *8* — выпуск арматуры ∅ 4 . . . 6 мм; *9* — гвозди; *10* — антисептированный брусок; *11* — климмеры; *12* — волнистая асбестовая фанера усиленного профиля; *13* — фасонный коньковый элемент кровли; *14* — ребристая железобетонная плита; *15* — коньковый элемент

нее применять типы кровли, которые по долговечности соответствовали бы несущим элементам крыши — например, волнистые асбестоцементные листы усиленного профиля с креплением на металлических кляммерах. При деревянных обрешетках *5* к стропильным ногам крепятся на скобах или болтах деревянные бруски, к которым прибивается обрешетка.

При применении сборных железобетонных плит (рис. IX.5, *б*, *г*) ребра играют роль стропильных ног, а тонкостенные плиты являются элементом кровли.

Висячие стропила применяют в тех случаях, когда в здании внутренние опоры стены или столбы отсутствуют и вследствие значительного расстояния между наружными стенами устройство наслонных стропил с образованием скатов невозможно. В этих случаях пролет между наружными стенами перекрывают стропильными фермами. Применение в чердачных крышах этих ферм имеет целью решить одновременно два вопроса: при отсутствии внутренних вертикальных опор образовать одно-, двускатную крышу и при тех же условиях подвесить несущие конструкции чердачного перекрытия.

Стропильной фермой называют такую несущую конструкцию, которая состоит из системы стержней, шарнирно соединенных своими концами. Места соединения называют *узлами* ферм. Стержни наружного контура образуют верхние и нижние *пояса* ферм. Расположенные внутри контура вертикальные стержни называются стойками (или подвесками), наклонные стержни — подкосами (или раскосами). Все стержни совместно образуют решетку, вследствие чего фермы называют решетчатой конструкцией.

Наиболее целесообразный способ загружения такой конструкции — приложение нагрузок в узлах (рис. IX.6). В этом случае стержни работают толь-

ко на сжатие или растяжение (*а, в, д*) в отличие от стропильных ног-балок, работающих на изгиб. Так, при приложении нагрузки к верхнему узлу треугольной фермы наклонные элементы верхнего пояса работают на сжатие и в местах их опирания на наружные стены может возникнуть распор, если для его восприятия не сделать горизонтальный нижний стержень (затяжку), работающий на растяжение. Шарнирно соединенная в узлах треугольная система — простейшая ферма — укладывается через прокладки на стену с передачей стене только вертикальных опорных реакций.

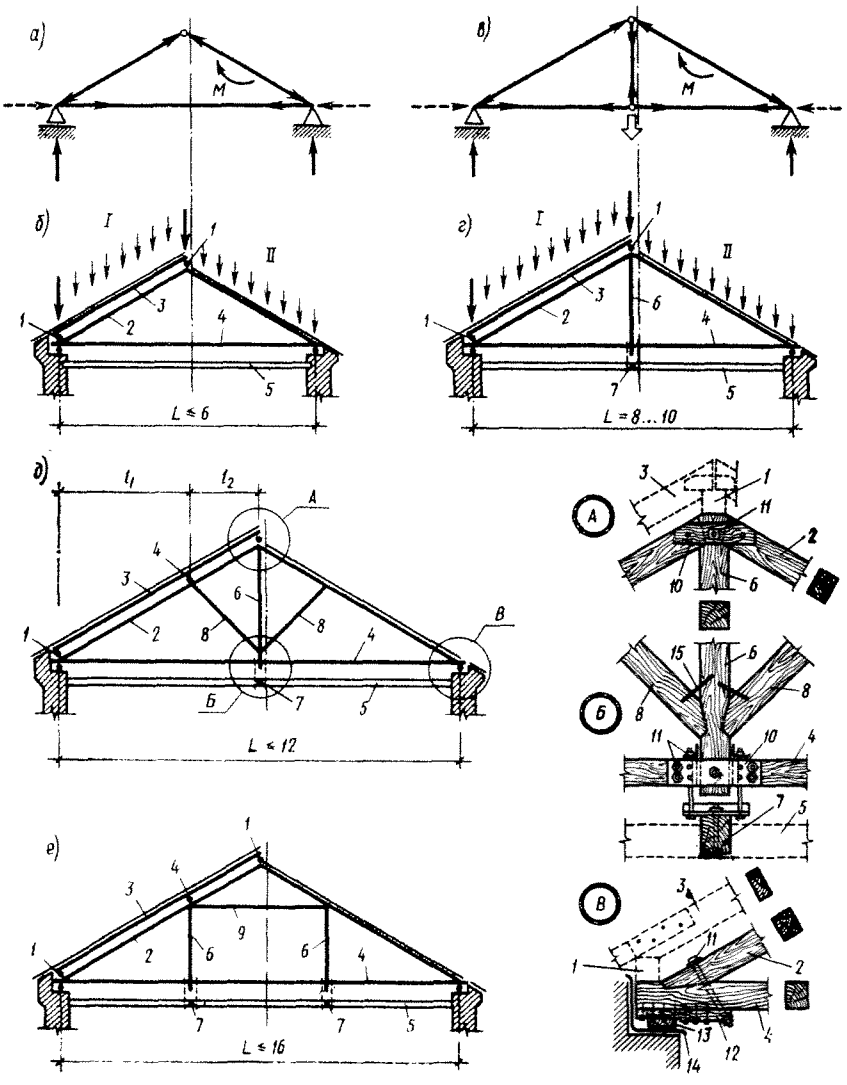


Рис. IX.6. Висячие стропила скатных крыш:

а—е — схемы стропил (*а, в* — схемы распределения усилий; *б, г* — варианты загружений); *I* — со стропильными ногами и прогонами; *II* — обрешетка опирается непосредственно на висячие стропила; *1* — прогон; *2, 4* — верхний и нижний пояса ферм; *3* — стропильная нога; *5* — балки чердачного перекрытия; *6* — стойка (подвеска); *7* — прогон чердачного перекрытия; *8* — подкос; *9* — ригель; *10* — накладки из досок или стали с двух сторон; *11* — болт; *12* — прибоина; *13* — антисептированная подкладка; *14* — толь; *15* — скоба

Описанный характер работы этой фермы возможен в том случае, если на верхние узлы таких ферм укладывается продольный прогон, поддерживающий обычные наслонные стропильные ноги, укладываемые другим концом на мауэрлат (узел *А*). В этих случаях фермы ставятся на расстоянии не менее 3...4 м друг от друга. При другом способе загружения висячих стропил (*II*) на стержни верхнего пояса непосредственно опирается обрешетка, т. е. эти стержни становятся стропильными ногами и они работают не только на сжатие (как элемент ферм), но и на изгиб (как стропильная балка). Шаг таких ферм должен соответствовать шагу стропильных ног. Такой способ загружения целесообразен при расстояниях между опорами не более 6 м. При таких значениях *L* балки *5* чердачного перекрытия укладываются автономно непосредственно на наружные стены, т. е. вне всякой связи с вышележащей конструкцией крыш (рис. IX.6, *б*).

При пролетах порядка 8...10 м балки чердачных перекрытий во избежание неоправданного увеличения их размеров нуждаются в промежуточной опоре — продольном брусе *7*. Этот прогон можно подвесить к висячим стропилам. Для этого в состав треугольной фермы нужно ввести подвеску *6*; ее также называют «висячая бабка». В месте пересечения подвески с затяжкой образуется новый узел фермы, сокращающий размер затяжки и предотвращающий ее провисание (см. деталь Б на рис. IX.6 — один из вариантов решения этого узла). Последующие увеличения пролетов *L* требуют уменьшения расчетной длины стержней верхнего пояса (вводятся подкосы) и уменьшения расчетной длины балок чердачных перекрытий *5*. Для этого вводятся дополнительные подвески с прогонами и т. д. При пролетах свыше 8 м экономически и технически целесообразнее висячие стропильные фермы ставить реже (через 3...5 м), в узлах ферм располагать прогоны, по которым укладывают обычные наслонные стропила (первая схема загружения из вышерассмотренных).

Материал висячих стропил скатных крыш — в основном дерево в виде досок, брусьев, бревен. Растянутые элементы иногда выполняются из стальных стержней (фермы называют металлодеревянными). Редко применяются и металлические фермы.

IX.3. Кровли

Основное назначение кровли — изоляция чердачного помещения от атмосферных осадков и ветра. Для устройства кровли применяются различные материалы, при выборе которых учитывается допустимый уклон кровли (см. табл. IX.1), а также строительные и экономические характеристики.

Металлическая кровля выполняется из оцинкованных или черных листов кровельной стали стандартных размеров: шириной 510...710 мм, длиной 710...3000 мм, толщиной от 0,25 до 2 мм (рис. IX.7).

Листы соединяют между собой с помощью фальцев, которые бывают двух типов — стоячие и лежачие. Стоячие располагают вдоль скатов крыши, лежачие — поперек и в ендовах. Лежачие фальцы загибают в направлении стока воды; при небольших уклонах и в ендовах их делают для надежности двойными. Листы кровель-

Таблица IX.1. **Допускаемые уклоны кровель**

Наименование материала	Уклон, град
Кровельная сталь	$\geqslant 8$
Черепица	$\geqslant 30...40$
Плоские асбестоцементные плитки, шифер	$\geqslant 30$
Волнистые асбестоцементные обыкновенного профиля	$\geqslant 15$
То же, усиленного профиля	$\geqslant 10$
Двухслойный рулонный ковер	$\leqslant 15$
Трехслойный рулонный ковер	$\leqslant 6$
Тесовая кровля	$\leqslant 50$

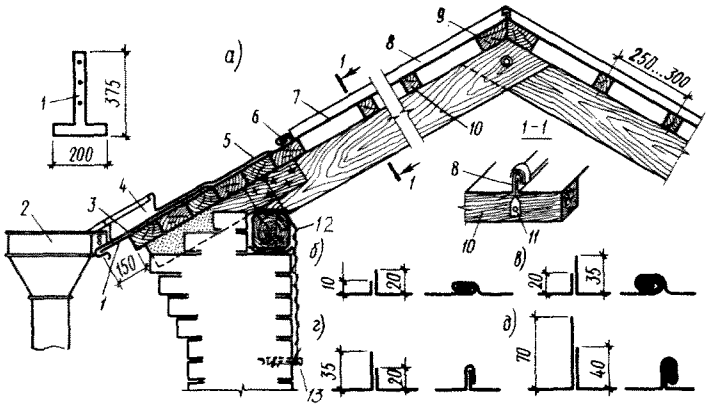


Рис. IX.7. Стальная кровля:
а — разрез по кровле; *б* — фалец лежачий одинарный; *в* — то же, двойной; *г* — стоячий одинарный; *д* — то же, двойной; *1* — Т-образный стальной костыль через 700 мм; *2* — воронки водосточной трубы; *3* — картина свеса кровли; *4* — настенный желоб; *5* — картина настенного желоба; *6* — лежачий фалец; *7* — кровельная сталь; *8* — стоячий фалец; *9* — доска коньковая; *10* — бруски и доски обрешетки; *11* — клямперы; *12* — скрутка из проволоки; *13* — костыль

ной стали с заранее отогнутыми краями (так называемые «картины») укладывают на обрешетку крыши следующим образом. На расстоянии, равном длине картины, укладывают доски 50×200 мм, на которых картины скрепляются с помощью лежачего фальца. Между досками устанавливают обрешетку из брусков с шагом 250...300 мм. В ендовых и у карнизного свеса на всей его длине обрешетку выполняют из досок без зазоров. Это делается для предотвращения срыва кровли ветром (на карнизном свесе) и для тщательной заделки кровли в ендове. Точно так же выполняют обрешетки при многих других типах кровель. Кровлю крепят к обрешетке *клямперами*. Это узкая полоска кровельной стали, один конец которой прибивается под кровлей к обрешетке, другой запускается в стоячий фальц. Таким образом, никаких отверстий для крепежных изделий в листах кровли не делается. Для образования и закрепления свеса кровли к обрешетке через 700 мм прибивается Т-образный костыль из полосовой стали. Он имеет вынос на 100 мм от обрешетки, под который подгибают кровельную сталь с образованием *капельника*.

Удобство использования кровельной стали в том, что ей можно придать разные формы, что она имеет небольшую массу, и в том, что обеспечивает надежную гидроизоляцию даже при уклонах 12...15%. Не случайно при многих других видах кровли ответственные места (ендовы и т. п.) выполняют из кровельной стали.

Недостатки — большой расход металла, необходимость периодической окраски через 3...4 года (в том числе и оцинкованной, которую первый раз надо красить уже через 8... 10 лет).

В массовом жилом строительстве наибольшее распространение получили кровли из **асбестоцементных волнистых листов** (рис. IX.8). Листы бывают нескольких типов, отличающихся размерами: обыкновенного профиля (высота волны 30 мм, толщина 5,5 мм, длина 1200, ширина 686 мм), усиленного (соответственно 50; 8; 2800 и 1000 мм), среднего и унифицированного профилей (соответственно размеры: 45...54; 6...7,5; длина 1750, 2000 и 2500 мм; ширина 980, 1125, 1300 мм). В малоэтажном строительстве в основном применяют листы обыкновенного, среднего и унифицированного профилей. Усиленный профиль также изредка применяется в случаях устройства железобетонных стропил при большом шаге обрешетки (до 1360 мм).

Листы укладывают по обрешетке из брусков 50×50 мм (с шагом 370...525 мм и более) с напусками: внахлестку поперек ската на 0,5 волны и вдоль ската. Величина нахлестки вдоль ската зависит от уклона кровли: при уклоне 33% — не менее

100...120 мм, а при меньшем уклоне — не менее 200 мм. Крепление плит осуществляется оцинкованными шурупами или гвоздями с антикоррозионной шляпкой через отверстия, рассверленные в гребне волны. Под шляпкой эластичные шайбы из резины или рубероида предохраняют кровлю от протечек. Конек покрывают специальными фасонными элементами или досками. Свес кровли при организованном наружном водоотводе выполняют из кровельной стали, подводимой под асбестоцементные листы с устройством желоба. Существуют специальные профильные элементы из асбестоцемента для обрамления дымовых труб, ребер, ендов и т. п. Чаще же эти места выполняют из кровельной стали.

Кровлю из **плоских асбестоцементных листов** устраивают по сплошной или разреженной (с зазором 10... 20 мм) обрешетке из досок толщиной 25 мм. Рядовые плитки имеют размеры 400×400 и 300×300 мм. Кроме того, применяют одновременно и краевые, фризовые и коньковые плитки (рис. IX.9). Плитки крепят к настилу гвоздями, а между собой с помощью специальных противоветренных кнопок и скоб. Кровля имеет ряд преимуществ — долговечность, небольшую массу, негорючесть; однако она трудоемка и не применима при уклонах менее 30°.

Черепичные кровли наиболее долговечны. Благодаря большому разнообразию они позволяют получать богатую цветовую гамму и выразительность форм. Их недостаток — большой вес. Область применения этих кровель ограничена допустимым уклоном — не менее 30...45° в зависимости от вида черепицы. В нашей стране наиболее распространены три вида: пазовая (штампованная и ленточная), плоская ленточная (рис. IX.10). Штампованная имеет пазы и гребни по краям, обеспечивающие водонепроницаемость сопряжений, при напуске черепицы на черепицу вдоль одной из боковых сторон и верхней на нижнюю. Обрешетку выполняют из брусков сечением 50×50 или 50×60 мм с шагом, соответствующим размеру черепицы, с учетом ее напуска (330, 260 мм и т. п.). Черепица имеет уступ с внутренней стороны, которым она «цепляется» за обрешетку. В другом уступе предусмотрено отверстие («серьга») через которое черепица до-

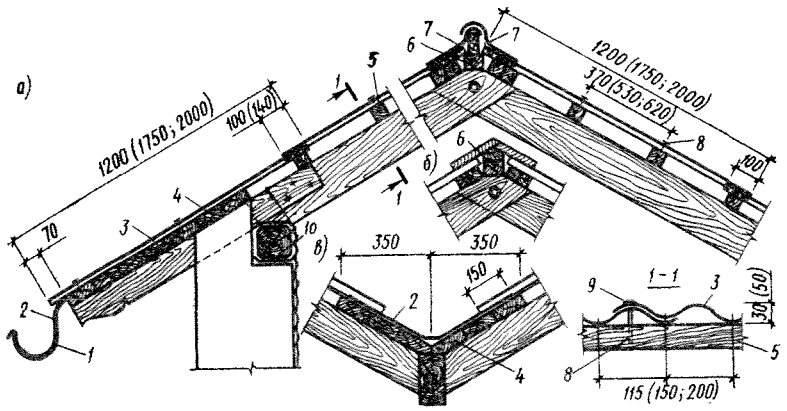


Рис. IX.8. Кровля из волнистых асбестоцементных листов обыкновенного профиля (в скобках — размеры листов среднего и унифицированного профилей):

а — разрез по кровле; *б* — вариант устройства конька; *в* — устройство ендовы; *1* — крюк для подвесного желоба; *2* — кровельная сталь; *3* — волнистый асбестоцементный лист обыкновенного профиля; *4* — сплошные участки обрешетки у карниза и в ендовах; *5* — бруски обрешетки; *6* — коньковые брусья; *7* — фасонная коньковая деталь; *8* — гвоздь или шуруп; *9* — упругая прокладка; *10* — скрутка

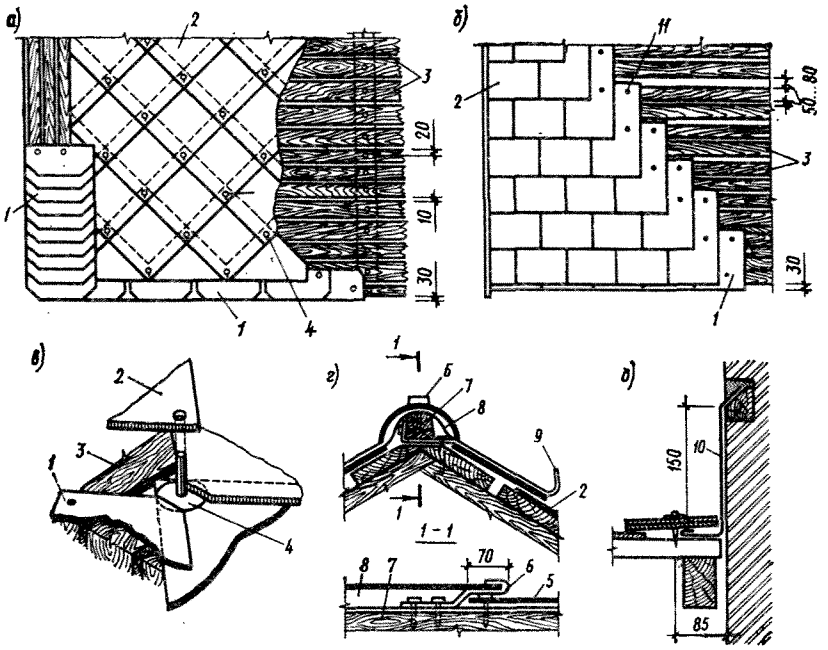


Рис. IX.9. Кровля из плоских асбестоцементных плиток и шифера:

а — общий вид (диагональное расположение); *б* — вертикальное расположение (шифер); *в* — крепление плиток; *г* — покрытие конька; *д* — примыкание кровли к стене; *1* — фризовые плитки; *2* — то же, рядовые; *3* — обрешетка; *4* — противоветровая кнопка; *5* — коньковый элемент; *6* — скоба 2×20 мм; *7* — коньковый брус; *8* — рубероидная лента; *9* — скоба 6×30 мм; *10* — фартук из оцинкованной кровельной стали; *11* — оцинкованные гвозди

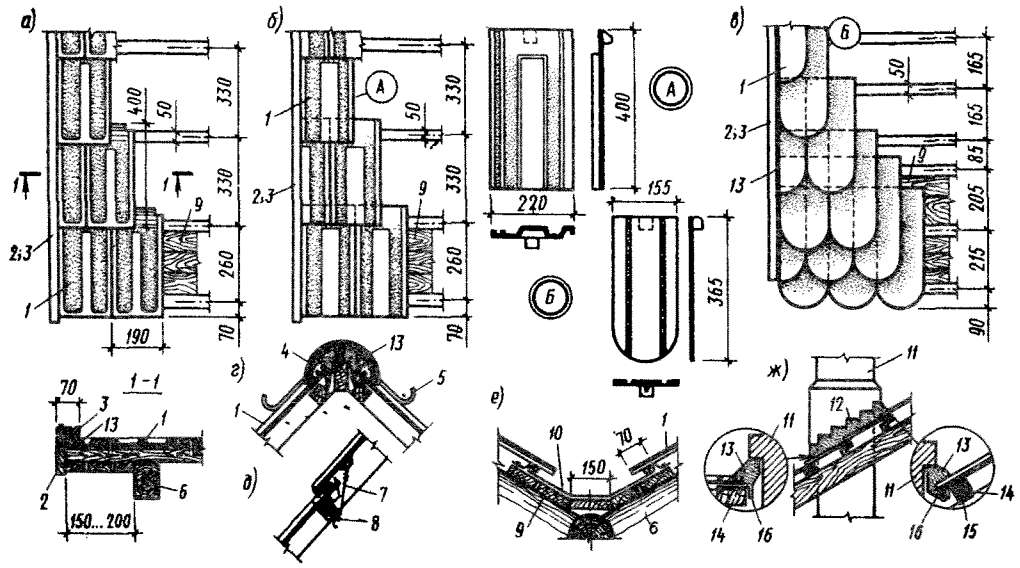


Рис. IX.10. Черепичные кровли:

а — из пазовой штампованной черепицы; *б* — из пазовой ленточной черепицы; *в* — из плоской ленточной; *г* — покрытие конька; *д* — крепление пазовой черепицы; *е* — покрытие ендовы; *ж* — примыкание к трубе; *1* — черепица; *2* — ветровая доска; *3* — прижимная доска; *4* — коньковая желобчатая; *5* — скоба 6×30 мм; *6* — стропильная нога; *7* — мягкая проволока; *8* — гвоздь; *9* — дощатый настил; *10* — листовая сталь; *11* — труба; *12* — выдра с раствором; *13* — раствор; *14* — обрешетка; *15* — изоляция обрешетки; *16* — боковой подворотничок из листовой стали

полнительно привязывается вязальной проволокой к обрешетке, чтобы ее не снесло ветром. Конец и ребра покрывают коньковой черепицей. Неплотности заделываются сложным или глиняным раствором. Для перемещения по кровле, для доступа к трубам и т. п. крыши оборудуют стремянками, крепящимися к металлическим скобам, выпущенным из конькового прогона.

Пазовая ленточная черепица имеет пазы только по краям, которые перекрывают только боковые швы. Это позволяет иметь кроющую длину в два ряда больше, чем у плоской ленточной (333 мм против 160 мм).

Плоская ленточная черепица проще по своей конструкции, чем пазовая. С нижней стороны она имеет только один выступ — шип, которым цепляется за бруски обрешетки. При укладке плоской черепицы особое внимание следует обратить на то, чтобы каждый шов между двумя черепицами находился над серединой плоскости нижележащей черепицы. Черепицу вдоль ската укладывают в два слоя с полным перекрытием швов, в том числе с небольшим напуском через слой. Недостаток ленточной черепицы — ее вес (60...80 кг/м² кровли).

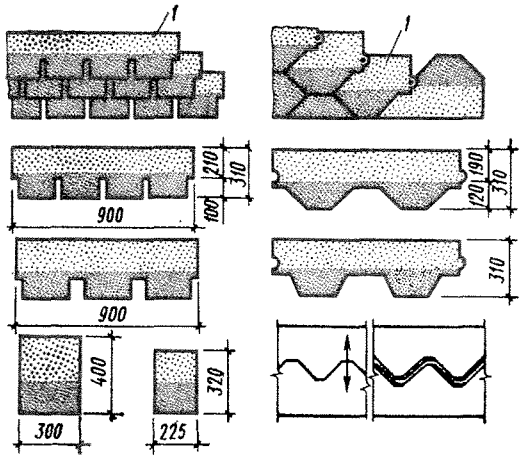


Рис. IX.11. Кровля из бронированных рубероидных битумных плиток. Формы плиток:
1 — зона наклейки верхнего слоя на нижний (крошка отсутствует)

Кровлю из **естественного шифера** выполняют так же, как кровлю из плоских асбестоцементных плит, прибивая гвоздями к обрешетке. Размеры естественного шифера достаточно разнообразны.

Кровли из **рулонных материалов** в скатных крышах применяют в основном для хозяйственных построек. Их делают из толя, рубероида. При уклоне более 15° — в два слоя, при меньшем уклоне — в три. Обрешетку выполняют в виде двойного дощатого настила. Нижние слои рулонных материалов (толь-кожа, пергамин) крепят к настилу специальными широкошляпочными гвоздями, верхние слои (толь с бронирующей насыпкой, бронированный рубероид) наклеивают на мастиках. Швы перекрывают при этом на 60 мм (трехслойные наклеивают перпендикулярно скату). В зависимости от уклона и материала кровель применяют мастики с разными свойствами по тугоплавкости и морозостойкости.

Весьма декоративны кровли из **бронированных рубероидных плиток,** покрытых цветной минеральной крошкой, впрессованной в покровный битумный слой. Плитки пришивают широкошляпочными гвоздями к сплошной обрешетке, к которой предварительно пришит слой пергамина. Плитки пришиваются с напуском в два-три слоя (рис. IX.11).

В районах, богатых лесом, применяют (в малоэтажном строительстве) деревянные кровли — тесовые; гонтовые и т. п. Уклон таких кровель не ниже 50°.

Организованный **наружный водоотвод** обязателен для зданий в 3...5 этажей. При большей этажности применяют внутренний водосток. При неорганизованном водоотводе (до двух этажей включительно) вынос карниза должен быть не менее 0,6 м, а над входами и балконами обязательно устраивают козырьки.

Организованный наружный водоотвод осуществляется *желобами,* рас-

положенными в нижней части кровли, и навесными водосточными трубами (рис. IX.12). Желоба бывают накладными, навесными и в виде карнизов из железобетона. Накладные желоба состоят из изогнутой полосы кровельной стали, которая с помощью крюков из полосовой стали крепится к металлической кровле. Уклон таких желобов достигается за счет постепенного уменьшения расстояния желоба от кромки крыши, причем у места слива дождевой воды в воронку водосточной трубы оно минимально. Лоток в этом месте направляет в воронку дождевую воду, откуда она поступает в водосточную трубу, далее в городскую ливневую канализацию.

Навесные желоба из кровельной стали подвешиваются на металлических крюках, которые крепятся к стропильным ногам или к кобылкам кровельной конструкции. Уклон желоба 1...2% достигается за счет увеличения провисания крюков, причем дождевая вода поступает в воронку водосточной трубы сразу с двух сторон. В отличие от накладных желобов, которые применяются чаще на металлических кровлях, навесные желоба можно применять при любых кровельных покрытиях.

Карнизные желоба, как правило, выполняются из железобетона и имеют специальный профиль. Уклон в таких желобах создается дополнительным слоем бетона на дне желоба. Закрепляется карнизный железобетонный желоб в стене дома с применением анкера, заделанного в стену.

Водосточные трубы крепят к стенкам стальными ухватами или хомутами, расположенными по вертикали с шагом 1,5 м. Расстояние между водосточными трубами и их диаметр назначают в зависимости от площади крыши: ориентировочно 1 см^2 сечения водосточной трубы на 1 м^2 площади ската крыши; при этом расстояние между трубами не должно превышать 15 м. Для I...III климатических районов ориентировочно принимается: на

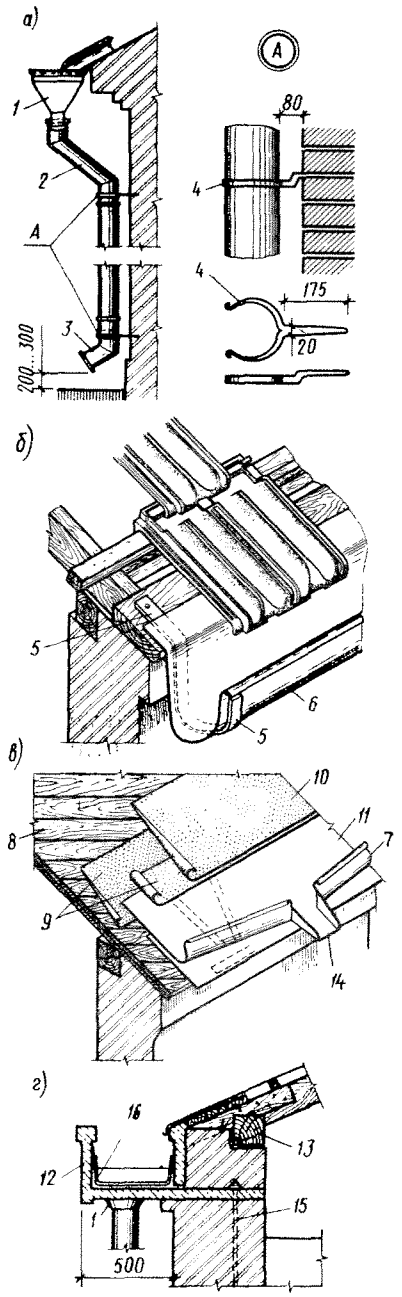


Рис. IX.12. Устройство наружных водостоков со скатных крыш:

а — водосточная труба; *б* — навесной желоб; *в* — накладной желоб; *г* — железобетонный карнизный желоб; *1* — воронка; *2* — колено водосточной трубы; *3* — отмет; *4* — ухват; *5* — держатель; *6* — металлический желоб; *7* — накладной желоб; *8* — деревянная обрешетка; *9, 10* — рулонная кровля из пергамина (*9*) и рубероида (*10*); *11* — кровельная сталь; *12* — железобетонный желоб; *13* — мауэрлат; *14* — слив; *15* — анкер; *16* — гидроизоляционный ковер

одну трубу диаметром 100 мм площадь водосбора не должна превышать 80 м², диаметром 140 мм — 100 м²; диаметром 180 мм — 130 м². Эти цифры для южных районов принимают с коэффициентом 1,5.

X Глава. Элементы малоэтажного строительства

X.1. Веранды, террасы, тамбуры

Верандой называется застекленное неотапливаемое крытое помещение, пристроенное к зданию или встроенное в него (рис. X.1, *а, б, в*). Веранды устраивают в малоэтажных жилых домах, в зданиях пионерских лагерей, клубов, санаториев и т. п. По условиям эксплуатации веранды относят к летним помещениям, так же как и *террасы*, отличающиеся от веранд отсутствием остекления, а в остальном конструктивно схожих с ними (рис. X.1, *г, д*).

Веранды и террасы в малоэтажных жилых домах выполняют в виде легких каркасных пристроек балочно-стоечного типа: расположенных по периметру стоек (с шагом 2 м и более), соединяемых поверху обвязками, на которые опираются балки перекрытий и стропила крыши. Понизу стойки также опираются на обвязку (лежень), располагаемую на столбах или каменном цоколе.

Стойки и верхние обвязки обычно выполняют деревянными из брусьев. При этом часто используют приемы сопряжений и традиционные элементы декора народного творчества (рис. X.2). Фундаменты под несущие конструкции (столбчатые или ленточные) выполняются из материалов и с глубиной заложения, принятыми для фундаментов здания.

Остекление веранд — одинарное с открывающимися или раздвижными створками. Остекление располагают как между стойками, так и за ними; последнее удобнее при раздвижных створках больших размеров. Детали остекления те же, что в § XXIX.

В верандах обычно устраивают чердачные перекрытия (рис. X.3, сеч. *1—1* по рис. X.1): небольшой слой утеплителя предохраняет веранды от перегрева. При устройстве перекры-

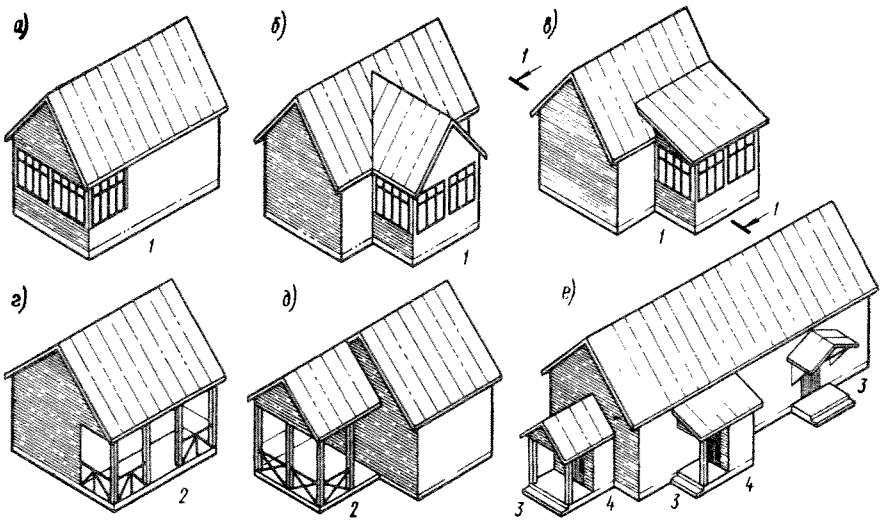


Рис. X.1. Летние приквартирные помещения малоэтажных жилых зданий:
а, б, в — веранды; *г, д* — террасы; *е* — тамбуры и крыльца; *1* — веранды; *2* — террасы; *3* — крыльца; *4* — тамбуры. Сечение *1—1* см. на рис. X.4

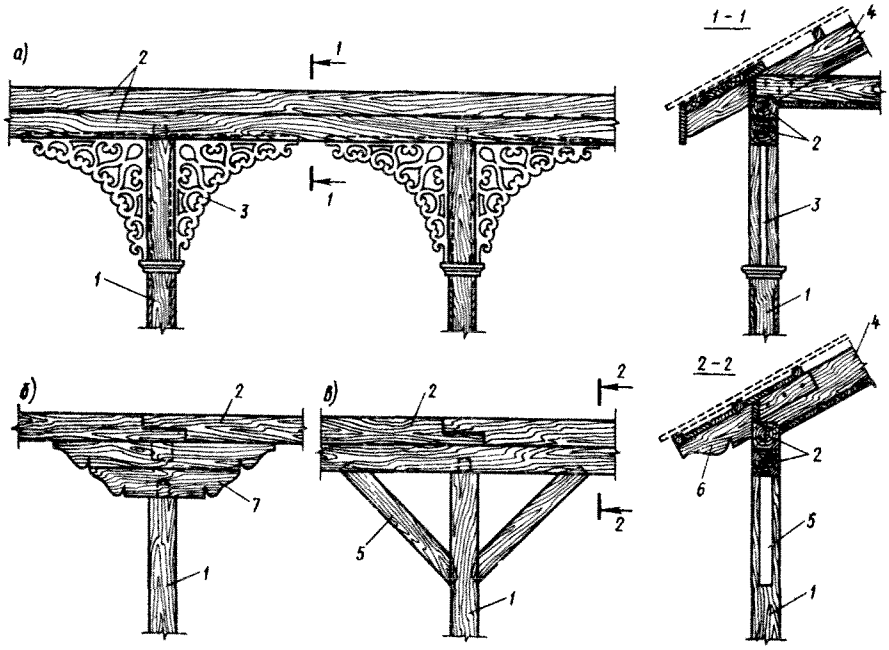


Рис. X.2. Приемы сопряжений деревянных балок и стоек:

а — с врезкой треугольных резных пластин; *б* — с подбабкой; *в* — с подкосами; *1* — стойка; *2* — обвязка (балка); *3* — врезная пластина; *4* — стропильная нога; *5* — подкос; *6* — кобылка; *7* — промежуточный брус («подбабка»)

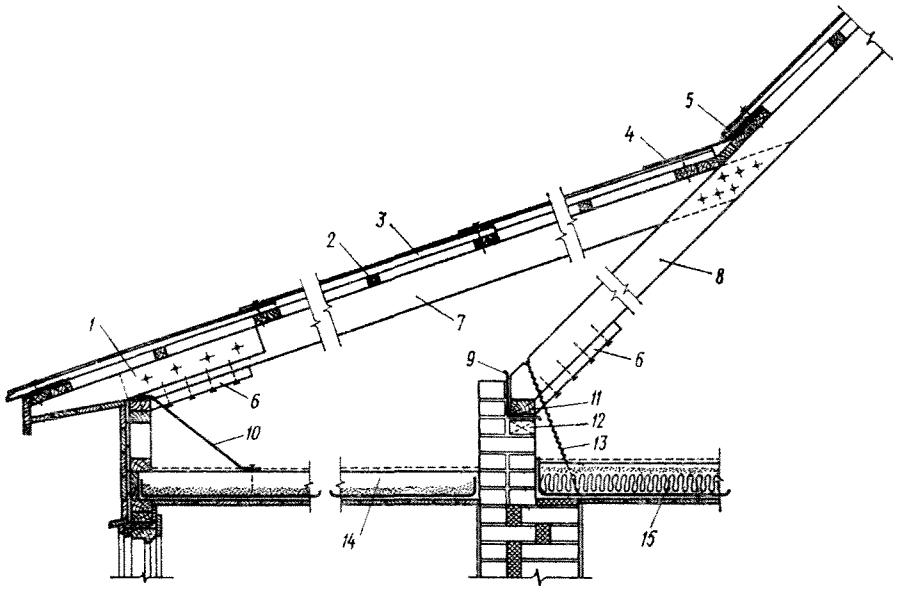


Рис. X.3. Крыша и чердачное перекрытие над верандой (сечение *1—1* на рис. X.1, *в*):

1 — кобылка; *2* — обрешетка; *3* — волнистые асбестоцементные листы; *4* — металлический фартук; *5* — цементный раствор; *6* — прибоина; *7* — стропильная нога крыши веранды; *8* — стропильная нога крыши дома; *9* — толь; *10* — металлическая скоба; *11* — мауэрлат; *12* — деревянная пробка; *13* — скрутка; *14* — перекрытие над верандой; *15* — чердачное перекрытие дома

тий применяют по возможности простые решения: подшивки из досок, из фанеры по деревянным балкам. В террасах, обдуваемых наружным воздухом, в чердачных перекрытиях нет необходимости. Крыши веранд и террас аналогичны принятым для здания. При переломах формы крыши (рис. X.3) должны обеспечиваться требования к уклонам, допустимым для принятого материала кровли.

При строительстве детских садов, яслей и т. п. веранды делают капитальными, из материалов, принятых для здания. Их выполняют каркасными в один-два этажа и более с колоннами как деревянными, так и кирпичными или железобетонными. Остекление веранд одинарное.

Перед входной дверью в малоэтажное здание всегда располагается площадка перед входом, на которую ведут три-четыре ступени, так как уровень пола жилых зданий всегда превышает уровень спланированной земли на 300...600 мм. Площадка и частично ступени обычно ограждаются навесом с поддерживающими его стойками или кронштейнами. Все эти элементы, вместе взятые, составляют *крыльцо 3* дома (см. рис. X.1, *е*). Конструкция навеса тождественна конструкции террасы. Конструкции входных площадок и лестниц показаны на рис. X.4.

В малоэтажных зданиях, строящихся в большинстве климатических районов страны, устраивают входные тамбуры. Так называют проходное пространство (шлюз) между наружной и внутренней дверьми. Тамбуры устраивают как внутри помещений за наружной стеной, так и в виде пристроек к зданию. В первом случае его выгораживают перегородками или внутренними стенами. Во втором — ограждают глухими или остекленными наружными стенами, такими же, как стены здания. Глубина тамбура между дверьми не менее 1,2...1,4 м.

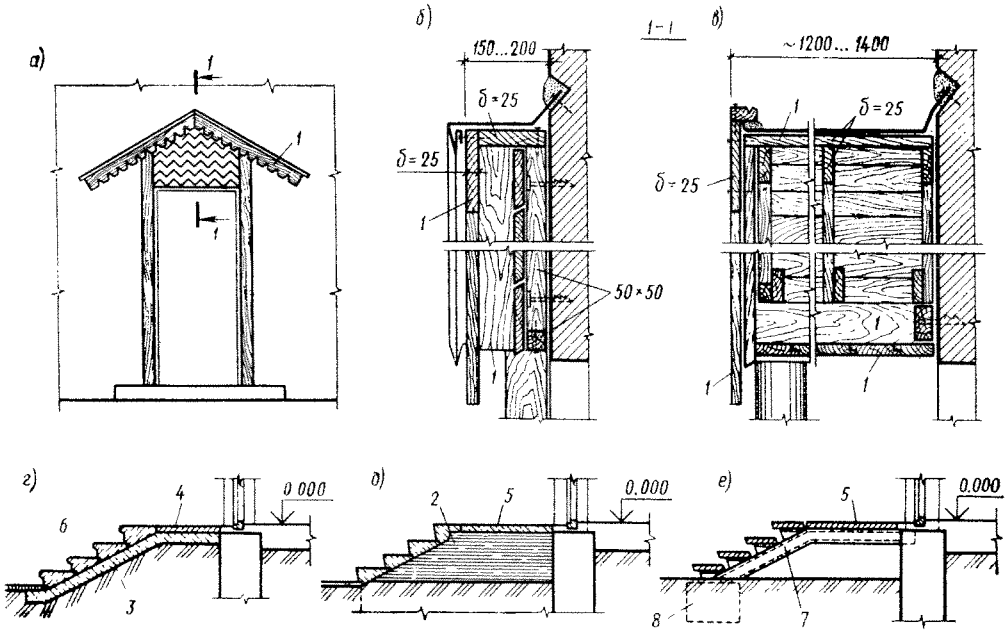


Рис. X.4. Крыльца:

а — крыльцо — входная площадка; *б, в* — варианты навеса (наличника) деревянного крыльца (сеч. *1—1*); *г* — вход из сборных железобетонных ступеней по грунту; *д* — то же, по кирпичным стенкам; *е* — то же, по металлическим косоурам; *1* — доски; *2* — кирпичная стенка; *3* — бетонная подготовка; *4* — бетонный пол; *5* — железобетонные плиты; *6* — бетонная сборная (или набивная) ступень с зажелезненной поверхностью; *7* — стальной гнутый косоур; *8* — столбчатый фундамент под косоур

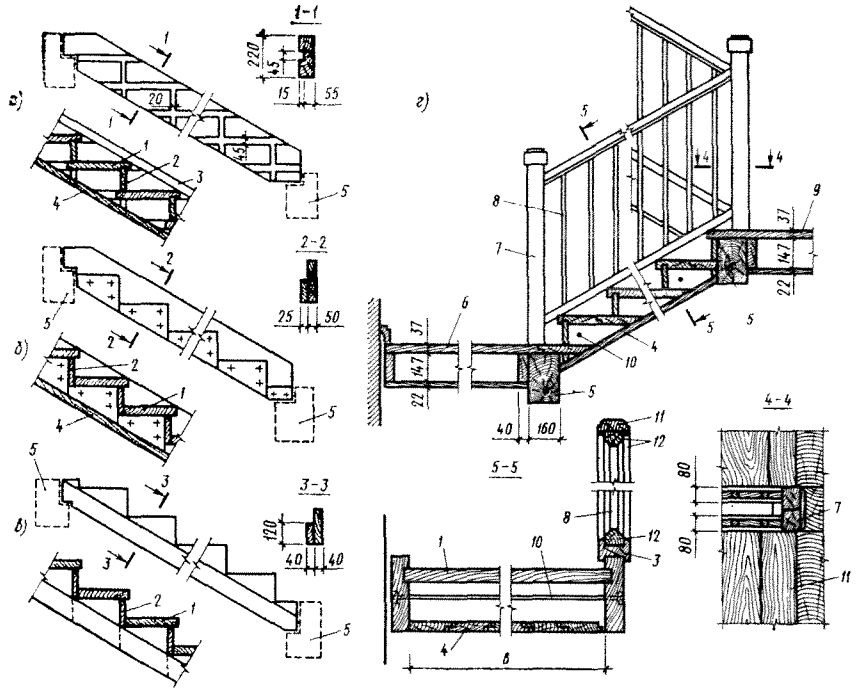


Рис. X.5. Деревянные лестницы:
а — на тетивах с врезками; *б* — то же, с прибоинами; *в* — на косоурах; *г* — разрез лестницы на тетивах с врезками; *1* — проступь; *2* — подступенок; *3* — обвязка; *4* — подшивка; *5* — балка площадки; *6* — междуэтажная площадка; *7* — стойка ограждения; *8* — балясина; *9* — этажная площадка; *10* — стяжной болт; *11* — поручень; *12* — раскладка

X.2. *Внутренние деревянные лестницы*

Согласно СНиП 2.08.01—85, ширина внутриквартирных лестниц не менее 0,9 м и имеет максимально допустимый уклон 1 : 1,25.

Деревянные лестницы (рис. X.5) устраиваются на тетивах и косоурах (смысл и значение терминов см. в § XVIII.2). Тетивы бывают врезные (проступи и подступенки вставляются в прорези глубиной 15...25 мм) и с прибоинами толщиной 25 мм, на которые опираются и прибиваются проступи и подступенки.

Лестницы на косоурах выполняют составными из двух досок, в одной из которых устроены ступенчатые вырезы — к ним прибиваются проступи и подступенки. В тетиве прибоины расположены ниже верхней грани доски, к которой они прибиты, а в косоуре — выше. Проступи кладут на вырезы косоуров, выпуская их за наружную грань косоура на 30...60 мм.

Ограждения лестниц выполняют также деревянными. Проще и легче крепить их к тетивам, которые в деревянных лестницах применяются чаще, чем косоуры. Тетивы, как и площадочные балки, выполняют из брусьев толщиной 60...80 мм. Лестничные площадки деревянных лестниц выполняют из досок в шпунт или в четверть, иногда (этажные площадки) с накатом и звукоизоляционной засыпкой.

Снизу марши и площадки могут иметь дощатую подшивку, которую иногда штукатурят.

Во внутриквартирных лестницах допускается устройство забежных ступеней и винтовых лестниц. Ширина клинообразных ступеней таких лестниц в середине марша не должна быть меньше расчетной ширины проступи, а наименьший ее расчетный размер не должен быть меньше 10 см.

III РАЗДЕЛ

АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

XI Глава. Общие сведения

XI.1. Общие сведения об одноэтажных зданиях

В разделе рассматриваются архитектурные конструкции и основы проектирования строительной части одноэтажных производственных и общественных зданий (рис. XI.1). В отличие от малоэтажных жилых одноэтажные производственные и общественные здания, как правило, неизмеримо крупнее, капитальнее, их строительные решения разнообразнее и значительнее, а несущие конструкции часто представляют собой оригинальные инженерные сооружения.

Особенностью миогих одноэтажных зданий, прежде всего производственных, являются их размеры в плане, которые могут достигать десятков и сотен метров и в длину, и в ширину. При образовании помещений такой большой площади, практически не разгороженных стенами или перегородками, весьма важным конструктивным элементом одноэтажных зданий становятся покрытия, решения которых во многом определяют и архитектурный облик, и технические достоинства зданий. Учитывая значительную площадь застройки, важно экономить высоту зданий, чтобы не отапливать лишний объем. С этой целью в покрытиях применяются не крутые скаты кровель, а, наоборот, пологие, поэтому покрытия устраивают с применением внутренних опор. Наиболее характерным профилем одноэтажного производственного здания является многопролетный с устройством внутреннего отвода воды вдоль каждого ряда колонн (*внутреннего водостока*) (рис. XI.2).

При многопролетных схемах вертикальные опоры выполняются в виде колонн, обычно железобетонных или стальных. Несущие кирпичные столбы и стены применяются редко и главным образом в небольших, одно- и двухпролетных зданиях.

Одной из особенностей одноэтажных зданий является возможность обеспечения внутреннего пространства естественным освещением в любом месте, не считая пристенного, освещенного окнами. Для этого в покрытиях устраиваются надстройки разнообразной формы, боковые поверхности которых остекляются, так называемые *световые фонари,* либо горизонтально расположенные иллюминаторы — *зенитные фонари.*

Различают здания с естественным освещением, искусственным или совмещенным (интегральным) освещением.

Другой особенностью многих одноэтажных производственных зданий является оснащение их подъемно-транспортным оборудованием, необходимым для перемещения деталей, грузов, монтажа. В производственных зданиях могут применяться: тельфер, подвесная кран-балка, мостовой (опорный) кран, консольный кран (рис. XI.3) и другое оборудование. Монорельсы тельфера или подвесной кран-балки подвешиваются непосредственно к несущим конструкциям покрытия. Их грузоподъемность не превышает 5 т.

Грузоподъемность мостовых кранов значительно больше: группа I — до 50 т (средняя грузоподъемность); группа II — более 50 т (тяжелые). Они передвигаются по рельсовым путям, расположенным на специальных опорах — *подкрановых балках* (рис. XI.3, *б*). Эти балки установлены на консоли колонн с их внутренней

стороны. Грузоподъемность кранов, их габариты и основные параметры определяются государственными стандартами. Мостовые краны разработаны для строго ограниченного числа пролетов: 6, 12, 18, 24, 30 и 36 м для группы I и 12...36 м для группы II (рис. XI.4).

По признаку оснащения кранами здания подразделяются на *крановые* и *бескрановые*.

Одноэтажные здания классифицируют и по другим признакам. В зависимости от числа пролетов одноэтажные здания подразделяются на одно- и многопролетные (см. рис. XI.2). При этом в одном здании пролеты могут быть одинаковыми и разными.

В зависимости от размеров пролетов и перекрывающих эти пролеты несущих конструкций различают: мелкопролетные (до 12 м), среднепролетные (12...36 м) и большепролетные (свыше 36 м).

По расположению внутренних опор различают одноэтажные здания пролетные, ячейковые и зальные. К первому типу относят здания с прямоугольной сеткой колонн, размер пролета которой преобладает над размером шага. В зданиях ячейкового типа применяется квадратная или близкая к квадрату сетка колонн. В зданиях зального типа опоры размещаются по периметру, образуя значительные площади, перекрытые без внутренних опор.

По условиям эксплуатации здания подразделяются: по системам отопления — на отапливаемые (теплые) и неотапливаемые (холодные); по системам вентиляции — с естественной вентиляцией (в том числе с аэрацией через специальные проемы в ограждениях — через аэрационные фонари или при совмещении со световыми — через светоаэрационные фонари), с кондиционированием воздуха и т. п.

При проектировании необходимо учитывать также и особенности нагрузок и воздействий, присущих одноэтажным зданиям:

1. Температурные воздействия при значительной площади застройки обусловливают устройство температурных швов в продольном и в поперечном направлениях.

2. При блокировке одноэтажных зданий разной высоты, с разными крановыми нагрузками и с разным направлением пролетов повышается вероятность устройства осадочных швов.

3. При наличии перепадов высот сопрягаемых объемов могут создаваться условия для образования «снеговых мешков», чего по возможности следует избегать.

4. Обращается внимание на важность учета горизонтальных составляющих крановых нагрузок, возникновение которых сопряжено с торможением, ускорением движения крана. Эти тормозные силы через подкрановые балки передаются колоннам (усилие направлено вдоль пролетов). Точно такие же силы передаются через кран и при торможении тележки (поперек пролетов). Без учета этих нагрузок

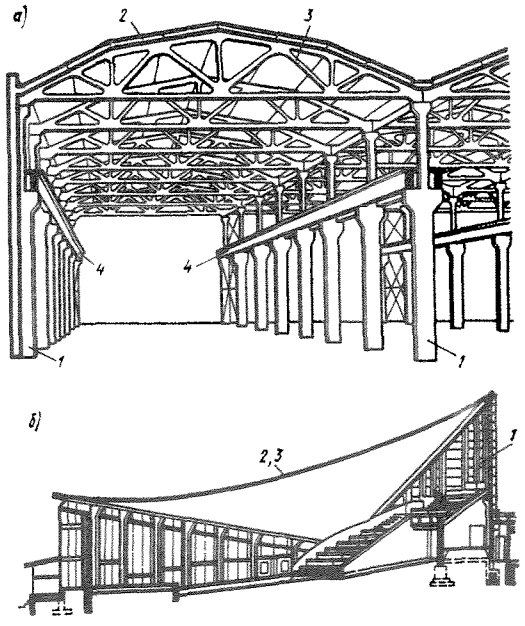


Рис. XI.1. Типы одноэтажных зданий:
а — промышленное; *б* — общественное; *1* — колонны; *2* — ограждающие конструкции покрытий; *3* — несущие конструкции покрытий; *4* — подкрановые балки

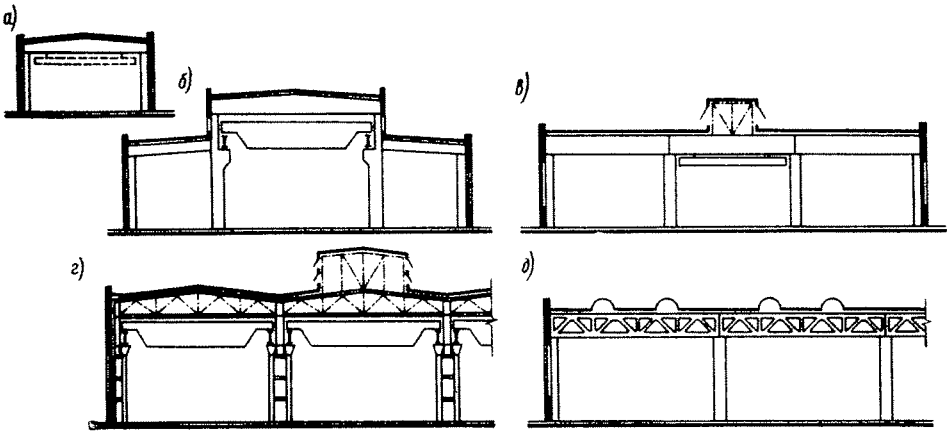


Рис. XI.2. Основные типы одноэтажных промышленных зданий:
а — однопролетное без фонарей; *б* — трехпролетное с повышенным средним пролетом; *в* — трехпролетное с фонарем; *г, д* — многопролетные с фонарями

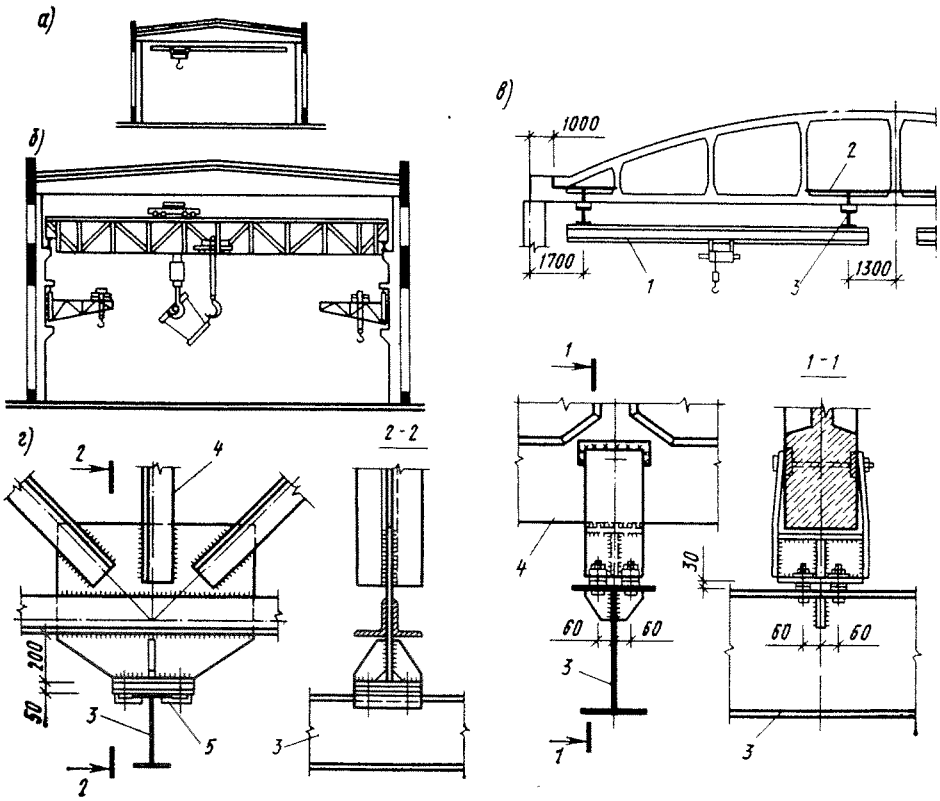


Рис. XI.3. Подъемно-транспортное оборудование пронзводственных зданий:
а — подвесная кран-балка; *б* — опорный мостовой кран и консольный кран; *в, г* — способы крепления подвесных путей к стропильным конструкциям (*в* — к железобетонной ферме; *г* — к стальной ферме); *1* — несущая балка подвесного крана; *2* — перекидные балки из швеллеров; *3* — балка подвесного пути; *4* — стропильные конструкции; *5* — лапки

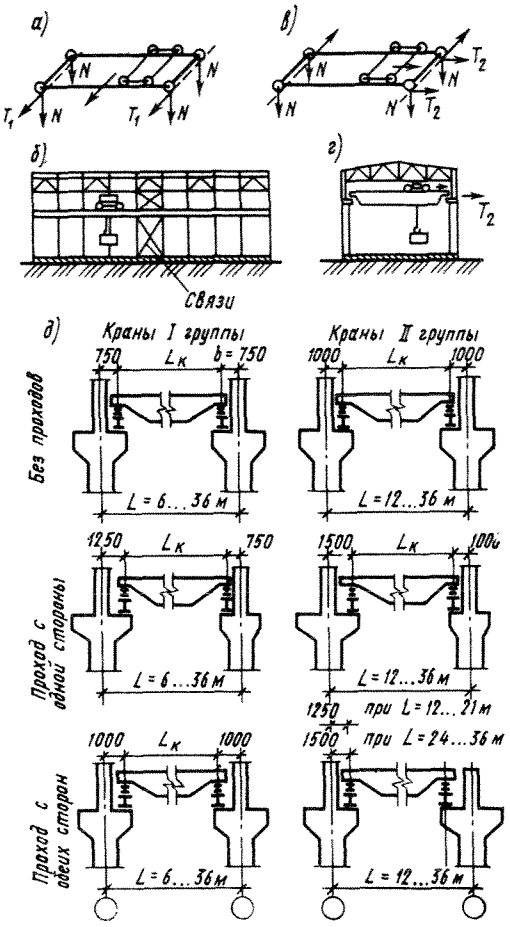


Рис. XI.4. Схемы горизонтальных нагрузок, возникающих при движении крана:
а, б — вдоль здания; *в, г* — поперек; *д* — привязки осей крановых путей к осям колонн

обеспечить жесткость и устойчивость каркаса здания невозможно, что достигается решением каркаса и установлением связей жесткости (рис. XI.4).

XI.2. Особенности проектирования производственных и гражданских одноэтажных зданий. Основные требования к ним

Одноэтажные производственные здания являются наиболее распространенным типом промышленного строительства (свыше 65% его общего объема). Учитывая это, строительство таких зданий ориентировано главным образом на массовое применение индустриальных изделий, на применение унифицированных и типизированных проектных решений. Такой же подход и к проектированию ряда гражданских зданий массовой застройки (торговых центров и т. п.).

Другие задачи стоят при проектировании крупных гражданских одноэтажных зданий — доминант в городской застройке. Их особенностью является, как правило, индивидуальность проектных решений, их оригинальность, при сохранении прочих равных показателей. При проектировании таких одноэтажных зданий акцентируется внимание прежде всего на выборе наиболее интересных и оригинальных конструкций несущего остова, особенно при применении большепролетных конструкций. В этих случаях конструктивное решение во многом предопределяет форму здания, его облик и одновременно технико-экономические показатели здания.

При проектировании одноэтажных производственных зданий желательно иметь простые формы плана. В таких случаях применяют павильонную (раздельную) застройку территории; сплошную — при блокировке всех зданий (павильонов) в одно крупное; блокировки, образующие в плане формы букв П, Ш, Т и др.

Важной особенностью производственных зданий (не только одноэтажных) является их принадлежность к отрасли. Эта принадлежность во многом диктует некий обязательный набор требований, в частности, к строительным конструкциям и материалам. Дело в том, что, согласно СНиП II-90—81 «Производственные здания промышленных предприятий», все производства разбиты на шесть категорий по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности (А, Б, В, Г, Д, Е). В зависимости от принадлежности производства к одной из этих категорий устанавливаются допустимые степени огнестойкости конструкций

зданий, рекомендуемые строительные решения и т. п.

Для всех зданий, и производственных, и гражданских, обязательны также требования, предопределяемые классом здания по капитальности и т. п. (см. разд. I).

Основным материалом каркасов и несущих элементов покрытий является сборный железобетон. Монолитный железобетон применяется редко, равно как и кирпич (для стен), алюминий и др. Стальные конструкции используют обычно в виде ферм, прогонов; стальными выполняют колонны при большой высоте одноэтажного здания. Применение стали всегда требует специальных обоснований.

Алюминиевые конструкции отличаются легкостью при высокой несущей способности, поэтому имеет смысл применять их в конструкциях покрытий больших пролетов.

Деревянные конструкции эффективны особенно в производственных зданиях с агрессивной химической средой. Ограничения их применения: способность к загниванию, усушке или разбуханию, возгораемость. Из деревянных перспективнее других клееные конструкции.

XI.3. Основы проектирования одноэтажных зданий. Унификация, схемы решений

При строительстве зданий по индивидуальным проектам (спорткомплексы и т. п.) стремление к достижению архитектурно-художественной выразительности не противоречит общей направленности нашего строительства — его индустриализации. Даже в пределах индивидуального проекта всегда имеется возможность и необходимость в достаточном объеме применять изделия по каталогам. Что же касается промышленного строительства, то, как уже отмечено, оно ориентировано в основном на применение унифицированных изделий и решений. Создана межотраслевая система унификации строительных решений, основанная на положениях МКРС (см. § I.4). Объекты унификации: унифицированный типовой пролет (УТП); пространственная ячейка или объемно-пространственный элемент (ОПЭ); унифицированная типовая секция (УТС).

Унифицированные типовые пролеты (УТП) разработаны для бескрановых и крановых зданий (с мостовыми кранами до 50 т). Термин «разработаны» означает, что принято ограниченное (унифицированное) число геометрических параметров, градаций грузоподъемности кранов и т. п. и применительно к ним может быть подобран набор типовых конструктивных элементов, из которых можно собрать несущий остов любого здания.

УТП принимаются за основу формирования объемно-пространственных элементов. Для унифицированных типовых пролетов приняты следующие основные параметры (обозначения на рис. XI.5): пролеты L (модуль $M=0{,}6$ м) — 6, 9, 12, 18, 24, 30 м и более; высота H в бескрановых зданиях ($M=0{,}6$ м) — 3; 3,6; 4,2; 4,8 м и более; то же, в крановых зданиях ($M=0{,}6$ м) — 8,4; 9,0; 9,6 м и более; габариты $L_к$ принимаются по рис. XI.4.

Объемно-пространственным элементом (ОПЭ) называется часть здания с размерами, равными высоте этажа, пролету и шагу; или, что то же, с габаритами УТП и шага. Для каждого варианта таких размеров принят определенный тип ОПЭ, включающий подтипы ОПЭ (рис. XI.5, *б*): *1, 3* — угловые; *2* — торцевые; *4* — боковые; *5* — средние; *6, 8* — боковые у температурного шва; *7* — средние у температурного шва и т. п.

Из набора ОПЭ определенного типа собирается **унифицированная типовая секция** (УТС), габариты которой зависят от технологического процесса и других данных. Чаще такая секция представляет собой температурный отсек здания; длина и ширина такого отсека определяются допустимыми расстояниями между температурными швами.

Блокируя УТС между собой, можно получить объемно-планировочное *решение здания в целом* с готовым типовым конструктивным решением (рис. XI.5, *г*, *д*, *е*).

Использование унифицированных решений производственных зданий требует соблюдения единых *правил привязки* конструктивных элементов к координационным (разбивочным) осям.

В одноэтажных каркасных зданиях для колонн крайних рядов применяют два варианта привязок к продольным осям здания: нулевую и 250 мм (рис. XI.6, *а*, *б*, *в*); внутренние плоскости наружных стен размещают с отступом 30 м (для закладных деталей и т. п.) от граней колонн. Привязка 250 мм требует доборных элементов в покрытии для заполнения зазора между стеной и стропильными

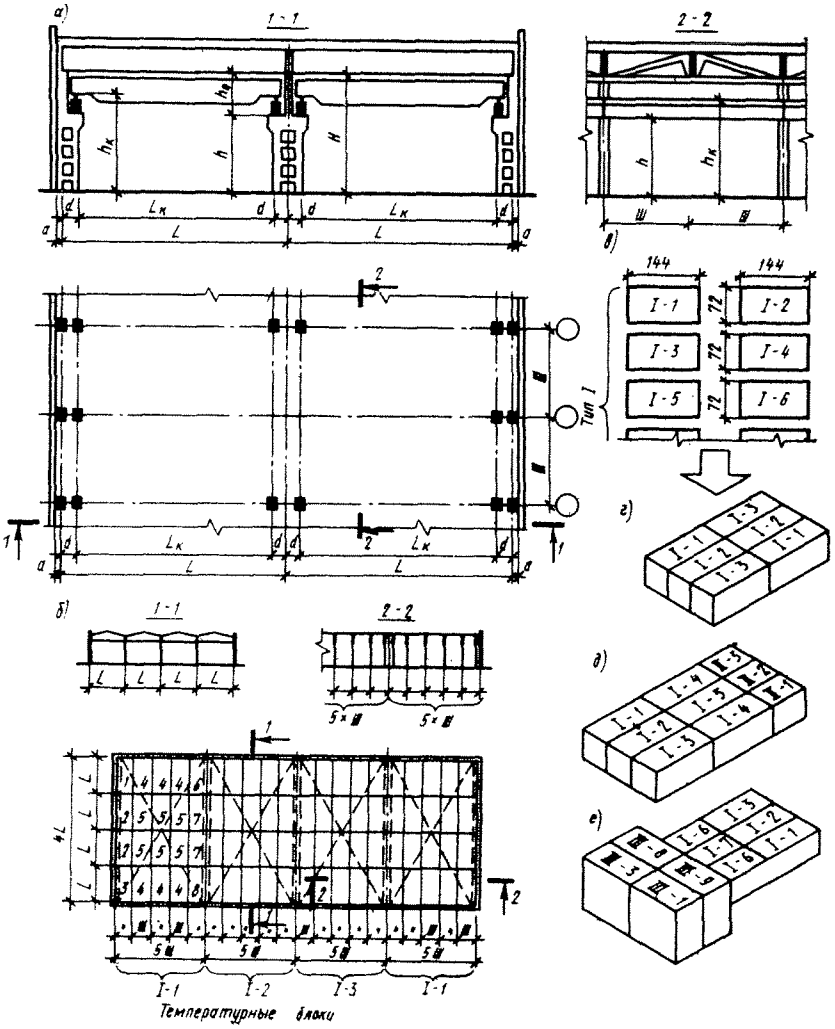


Рис. XI.5. Унификация проектных решений одноэтажных производственных зданий:

а — унифицированные типовой пролет (УТП) и объемно-пространственный элемент (ОПЭ); *б* — компоновка здания из унифицированных типовых секций (УТС) I—1, I—2 и I—3 — температурных блоков, составленных из ОПЭ подтипов 1...8; *в* — набор УТС типа I; *г* — прием компоновки здания из УТС типа I; *д*, *е* — то же, из УТС типов I, II, III

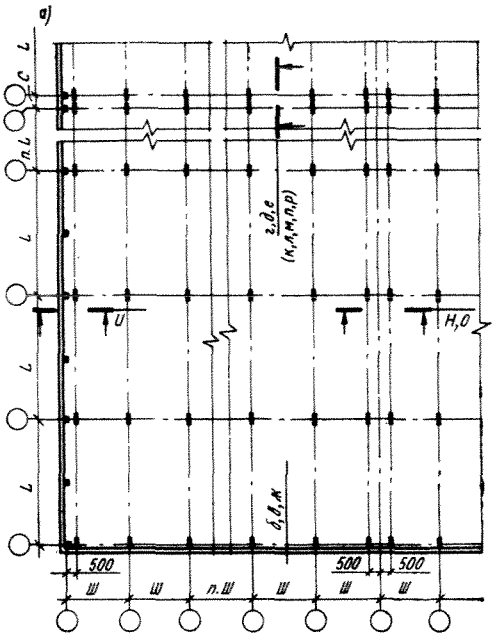
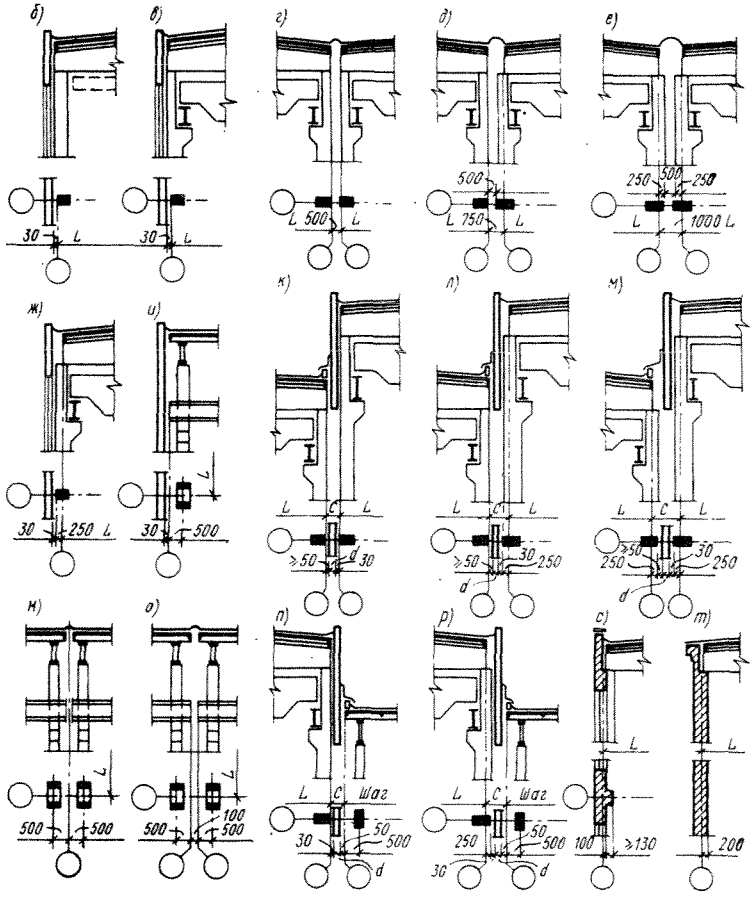


Рис. XI.6. Привязка элементов одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям:

а — схема плана; *б, в* — нулевая привязка колонн и наружных стен к продольным разбивочным осям; *г, д, е* — привязки колонн и вставки между продольными осями в местах продольных температурных швов в зданиях с пролетами одинаковой высоты; *ж* — привязка колонн наружного ряда 250 мм; *и* — привязка к поперечным разбивочным осям в торцах зданий; *к, л, м* — привязка колонн и вставки между разбивочными осями в местах перепада высот параллельных пролетов; *н, о* — привязки в местах поперечных температурных швов: *п, р* — то же, при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов; *с, т* — привязка несущих наружных стен



конструкциями; поэтому нулевая привязка предпочтительнее, но привязка 250 мм необходима в связи с увеличением сечений верхних ветвей колонн высоких зданий и увеличением грузоподъемности кранов и т. п. Ее применяют: при кранах грузоподъемностью 30 и 50 т и высоте здания 12 м и более, при шаге колонн 6 м; при шаге — 12 м и при грузоподъемности кранов до 20 т; при стальном каркасе и т. п. При кранах с тяжелым режимом работы размер той же привязки может доходить и до 500 мм.

Колонны средних рядов имеют так называемую «осевую привязку», когда геометрические оси сечения и координационные оси здания совпадают.

Колонны, прилегающие к поперечному температурному шву, смещают по обе стороны от поперечной координационной оси, совпадающей с осью шва, так, что геометрические оси сечений этих колонн отстоят от координационной оси на 500 мм (рис. XI.6, *н*). Смысл такой привязки состоит в том, что размеры всех ограждающих конструкций (плит покрытия, стен)не изменяются, зазор в 20 мм между ними конструктивно оформляется как шов; несущие элементы остова — колонны — выполняются раздельными и каждая из них «принадлежит» своему отсеку. При значительных размерах отсека (до 144 м) величина зазора между ограждающими конструкциями уже не достаточна для компенсации температурных деформаций и он увеличивается на 100 мм (рис. XI.6, *о*); в этом случае вместо одной координационной оси устраиваются две. Точно так же, как в месте температурного шва, несущие конструкции располагаются и у торцевой стены (рис. XI.6, *и*). При этом обеспечиваются: расширение здания (при необходимости) с образованием шва; установка дополнительных колонн каркаса стены — фахверка (см. рис. XII.5).

Решения температурных швов у продольных координационных осей

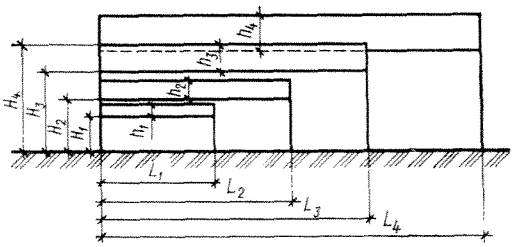


Рис. XI.7. Габариты поперечных сечений одноэтажных производственных зданий (пропорционирование)

производятся с образованием парных осей и вставок (рис. XI.6, *г—е*). Другие варианты решений температурных или осадочных швов представлены на рис. XI.6, *к—р*). В этих вариантах размер вставки *с* между осями определяют исходя из конкретного решения фундаментов под парные колонны (единый или раздельные), толщины стены, других конструктивных соображений, но обязательно кратно 50 мм (550, 600, 650 мм и т. д.). При устройстве вставок в панельных стенах размер *с* желательно принимать кратным 250 или 500 мм (500, 750, 1000, 1500 мм и т. д.).

Все рассмотренные привязки относятся к каркасным зданиям. В редко применяющихся несущих кирпичных стенах привязки также регламентированы (рис. XI.6, *с, т*).

Развитие унификации производственных зданий направлено на дальнейшее сокращение числа типоразмеров несущих конструкций и деталей в пределах предприятия.

При этом руководствуются рядом соображений. Например, при увеличении пролета пропорционально увеличивается и высота несущей конструкции покрытия (рис. XI.7); увеличение этой высоты обычно производят «скачками», кратно модулю 0,6 м; увеличение габаритов несущих конструкций часто влечет и увеличение высоты H (из эстетических соображений), что производится также кратно модулю 0,6 м. В связи с этим может существенно возрастать объем здания, что нерентабельно.

XII Глава. Несущие остовы одноэтажных зданий с применением плоскостных и пространственных кострукций покрытий

XII.1. Системы несущих остовов

Для большинства плоскостных несущих конструкций покрытий одноэтажных зданий в качестве вертикальных опор используются колонны каркаса и редко стены. Наиболее распространены две конструктивные системы каркасного остова. В первой балки, фермы и т. п. — так называемые *стропильные* конструкции — опираются непосредственно на колонны (рис. XII.1, *а*). Во второй — те же стропильные конструкции опираются на балки или фермы, расположенные вдоль здания. Эти балки или фермы, названные *подстропильными,* применяются при необходимости увеличения шага колонн, например, с 6 до 12 или даже до 18 м. При этом все остальные конструктивные элементы здания (плиты и фермы покрытия, фонари и т. п.) не изменяются, в том числе и колонны крайних рядов. Вариантное решение — использование крупноразмерного настила для перекрытия основного пролета. Конструктивные схемы обеих систем одинаковы: в направлении пролета колонны работают на восприятие усилий от всех горизонтальных и вертикальных нагрузок как стойки, защемленные в фундамент, шарнирно связанные со стропильными конструкциями, которые благодаря такой связи не участвуют в работе колонн на изгиб. В продольном же направлении связи по каждому ряду колонн освобождают их от восприятия горизонтальных усилий и обеспечивают жесткость несущего остова.

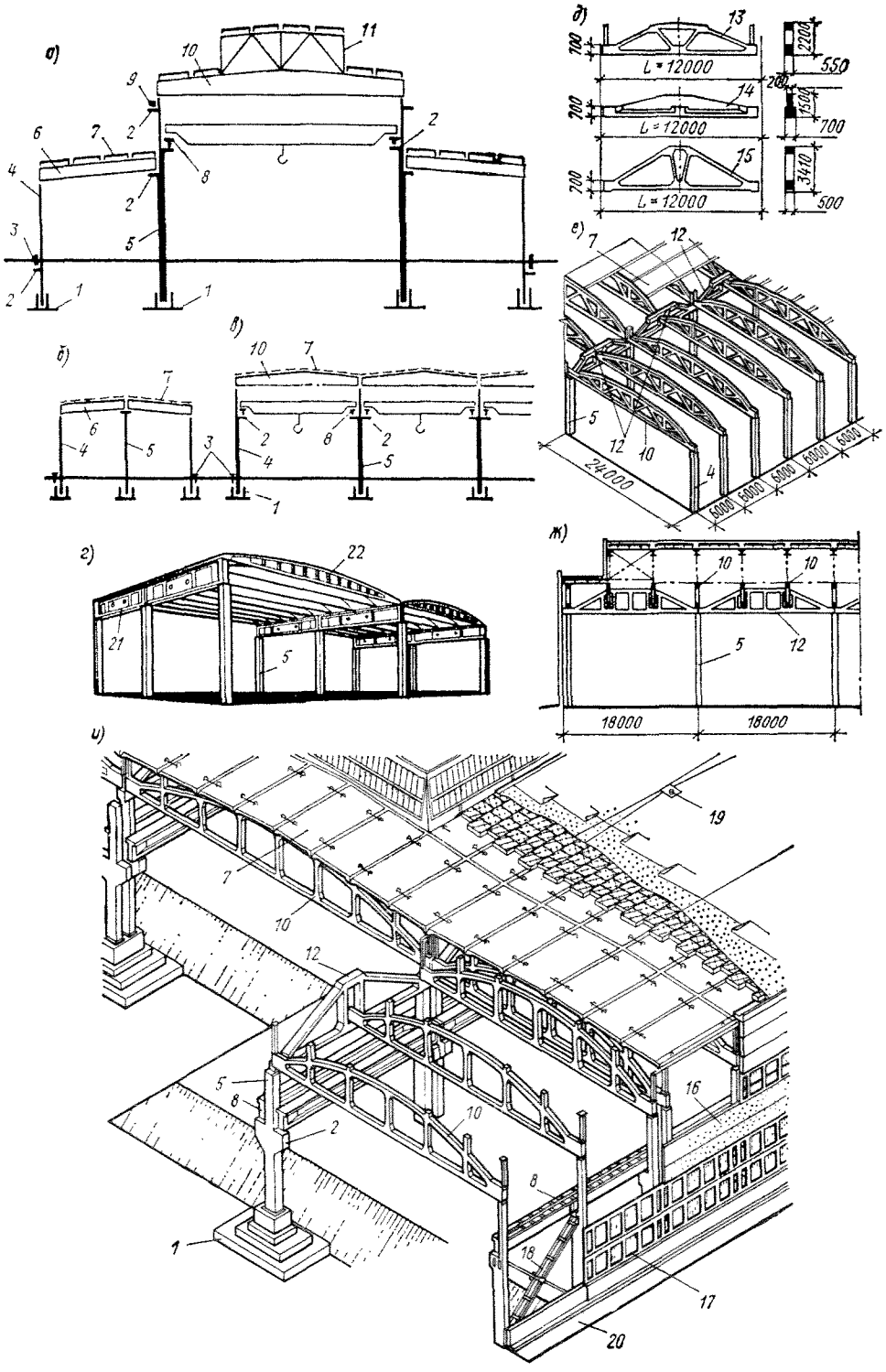
Особенности сечений колонн обеих систем: при изменении габаритов здания ширина их сечения в направлении шага практически не изменяется; в направлении же пролета высота сечения тем больше, чем выше здание и чем больше пролет. А при крановых нагрузках к работе колонн на изгиб в этом направлении добавляются: внецентренное приложение вертикальных нагрузок от кранов и тормозные усилия от движения тележки кранов. Поэтому колонны в поперечном направлении могут иметь существенное развитие.

В одноэтажных зданиях распространены также системы несущего остова с опиранием конструкций покрытия по контуру (на три-четыре опоры по углам, на опоры по всем сторонам и т. п.). При таких конструктивных системах используются и связевые конструктивные схемы, и рамные, когда вертикальные опоры работают на восприятие всех видов нагрузок по обоим направлениям как стойки, защемленные в фундамент. Форма сечений таких опор — квадратная, круглая, многоугольная.

Несущими опорами шатровых плоскостных конструкций (арок, сводов) чаще всего служат фундаменты, реже пилоны.

Рис. XII.1. Схемы каркасов одноэтажного производственного здания с применением стропильных и подстропильных конструкций:

а — схема каркаса с перепадом высот в поперечном сечении; *б* — бескрановые пролеты; *в* — пролеты с крановым оборудованием; *г* — с продольным расположением ригелей; *д* — типы подстропильных конструкций; *е, ж* — применение подстропильных конструкций пролетами 12 и 18 м; *и* — общий вид; *1* — фундаменты; *2* — консоли колонн; *3* — фундаментные балки; *4* — пристенная (крайняя) колонна; *5* — средняя колонна; *6* — односкатная балка; *7* — плиты покрытий; *8* — подкрановые балки; *9* — обвязочные балки; *10* — двускатная балка или ферма; *11* — рама фонаря; *12* — подстропильная балка или ферма; *13, 15* — типы подстропильных ферм для опирания стропильных сегментных ферм, ферм с параллельными поясами; *14* — подстропильная балка для опирания балок; *16* — наружные стены (панели); *17* — остекление; *18* — металлические связи; *19* — внутренний водосток; *20* — отмостка; *21* — ригели; *22* — коробчатые плиты КЖС пролетом 18, 24 м


а)
б)
в)
г)
д)
L = 12000
L = 12000
L = 12000
е)
24000
ж)
18000
18000
и)

XII.2. *Элементы несущего остова одноэтажных производственых зданий (колонны, подкрановые балки, связи, колонны фахверка)*

Колонны. По расположению в плане подразделяются на колонны крайних и средних рядов. Различают также колонны для бескрановых и крановых зданий. Для бескрановых зданий высотой до 9,6 м сборные колонны имеют постоянное сечение; при большей высоте сечение переменное. Для крановых зданий сечение всех колонн переменное, развитое в их подкрановой части (рис. XII.2. *б, г, и*). По материалу колонны подразделяют

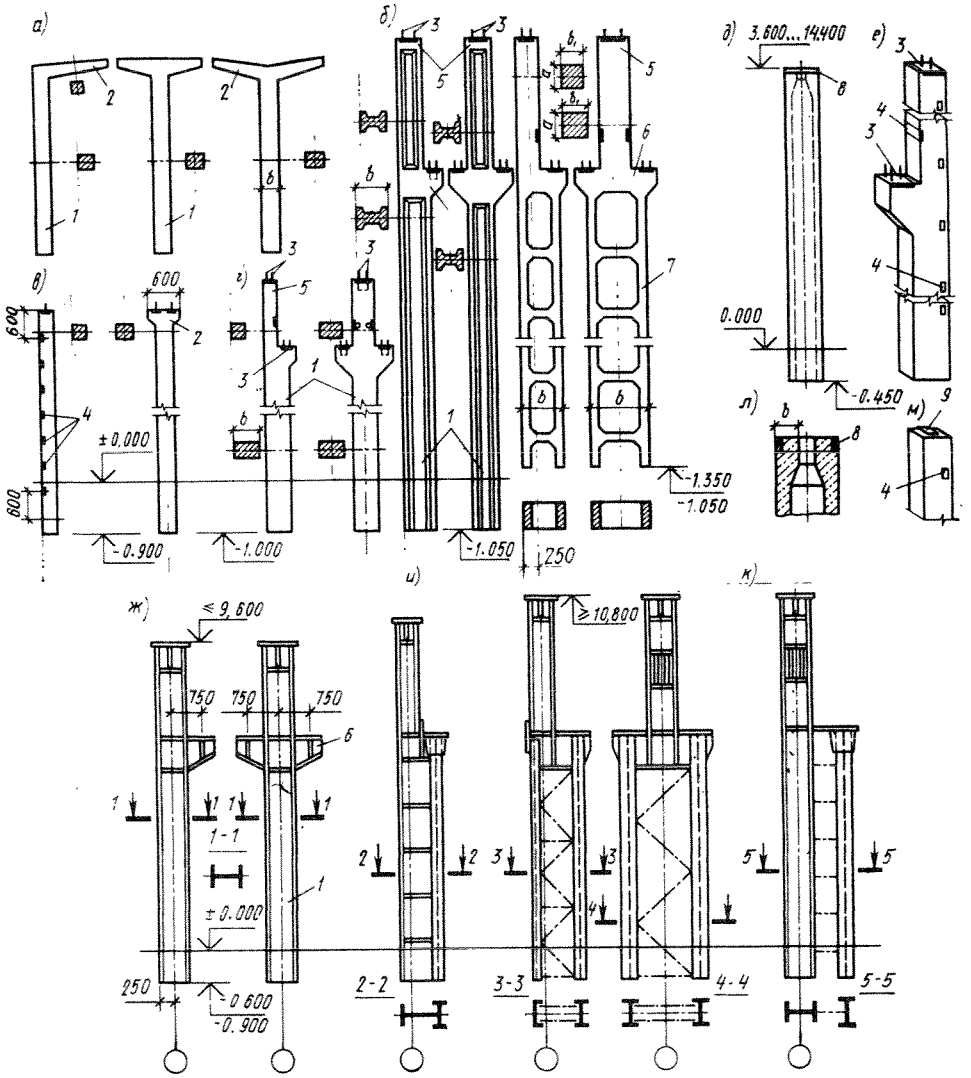


Рис. XII.2. Основные типы колонн производственных зданий:

а—д — железобетонные; *ж—к* — стальные (*а* — Г- и Т-образные (чаще монолитные); *б* — сборные крановые колонны (двутаврового сечения и двухветвевые); *в* — то же, крайние и средние для бескрановых пролетов; *г* — крановые колонны прямоугольного сечения; *д* — центрофугированная, кольцевого сечения; *е* — элементы колонны; *ж* — постоянного по высоте сечения; *и, к* — то же, переменного (*к* — раздельного типа); *л* — оголовок колонны кольцевого сечения; *м* — оголовок колонны при безанкерном креплении стропильных конструкций; *1* — ствол колонны; *2* — консоль; *3* — анкерные болты; *4* — закладные стальные пластины; *5* — оголовок; *6* — крановая консоль; *7* — ветвь; *8* — кольцо из полосовой стали; *9* — стальная опорная пластина

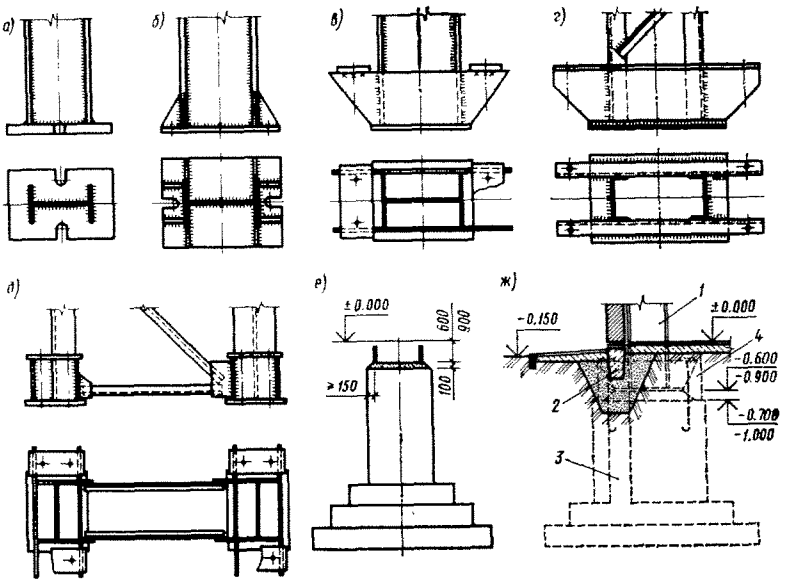


Рис. XII.3. Базы стальных колонн и способы опирания их на фундаменты:

а — база из стальной плиты; *б* — то же, с дополнительными ребрами; *в* — то же, с траверсами; *г* — с траверсами из швеллеров; *д* — раздельные базы ветвей колонны; *е* — фундамент под стальную колонну; *ж* — опирание стальной колонны на фундамент; *1* — колонна; *2* — фундаментная балка; *3* — бетонный прилив для *2*; *4* — обетонка

на железобетонные и стальные. Железобетонные, как правило, сборные; для высоких зданий они состоят из двух-трех элементов, соединяемых на месте строительства на сварке с помощью закладных частей. Металлические колонны применяют в основном для крановых (с кранами грузоподъемностью не ниже 20 т) и для высоких зданий.

Условия статической работы: колонны, защемленные в фундамент, работают на внецентренное сжатие; бескрановые — с малым эксцентриситетом; крановые — с большим. Для восприятия опорного момента, действующего в плоскости пролета, сечения колонн развивают в этом направлении. При увеличении высоты колонн растет величина опорного момента и по условиям оптимизации форма сечения колонн изменяется в такой последовательности: прямоугольная, двутавровая, двухветвевая — для железобетонных колонн; двутавровая, то же с развитыми полками, двухветвевая — для металлических. Для очень тяжелых кранов (свыше 100 т) монтируют раздельные металлические колонны (рис. XII.2, *к*). Для кранов до 30 т и для бескрановых зданий применяют также железобетонные центрифугированные колонны (рис. XII.2, *д*).

Размеры сечений прямоугольных железобетонных колонн изменяются следующим образом: сплошного сечения — от 400×400 до 500×800 мм; двутавровые — 400×600 и 400×800 мм; двухветвевые — от 400×1000 до 600×2400 мм. Короткие ригели двухветвевых колонн устанавливают через 1500...3000 мм по высоте. Чем выше колонна, тем глубже ее заделка в фундамент, тем длиннее нижняя часть колонны (см. рис. XII.2).

Изменение сечений сплошных стальных колонн производится увеличением высоты стенки двутавра и формы их полок (широкополочные двутавры, сварные двутавры из листовой стали, уголки, швеллеры и т. п.). Изменение двухветвевых — увеличением высоты сечения и увеличением площади сечений каждой из ветвей, выполняемых из проката. Соединяющая их решетка может привариваться к ветвям колонн как внутри их, так и снаружи. Форму решетки см. рис. XII.2, *и, к*.

В отличие от железобетонных стальные колонны не заводятся в стакан фундаментов и нет нужды в из-

менении их длины. Колонны крепятся к фундаментам стальными базами, состоящими из опорной плиты из стального листа и ребер жесткости (рис. XII.3). По мере увеличения опорного момента, для его восприятия целесообразно увеличить плечо внутренней пары сил, т. е. расстояние между опорными болтами. Для этой цели развивается длина опорного листа,

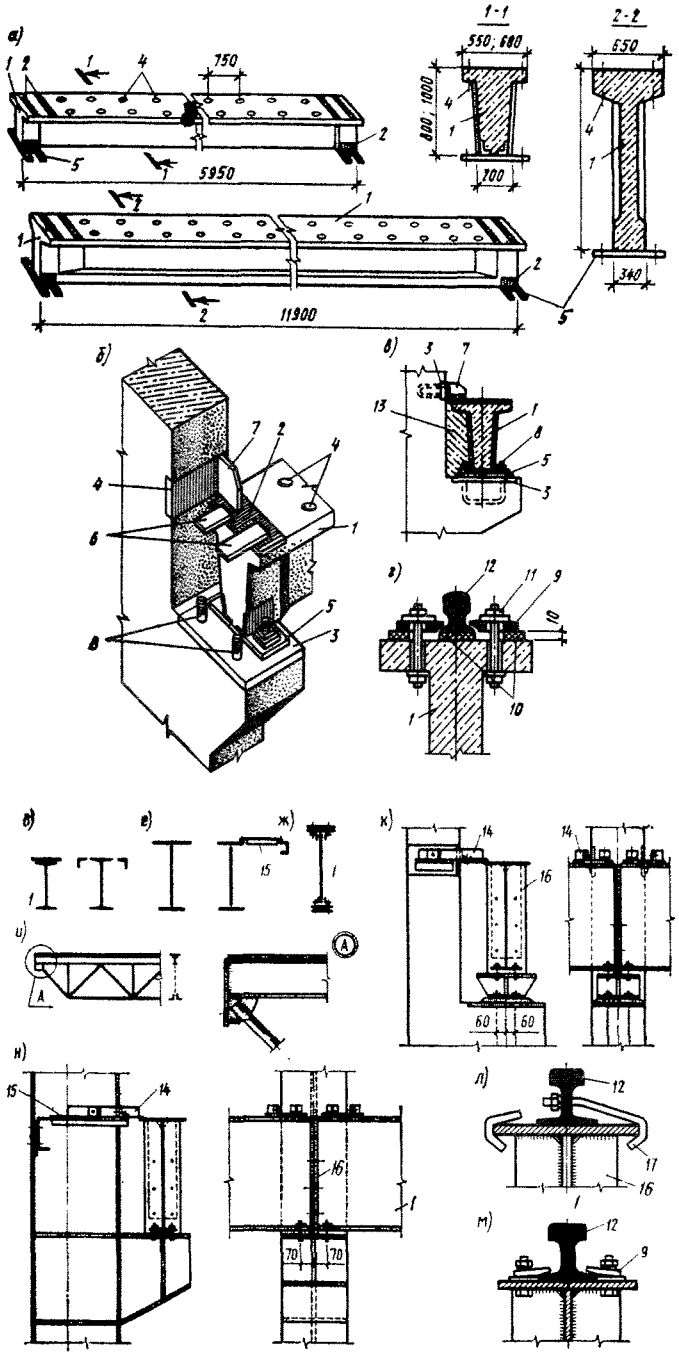


Рис. XII.4. Типы, опирание и крепление подкрановых балок и рельса:

а — виды железобетонных подкрановых балок; *б*, *в* — опирание железобетонных подкрановых балок; *г* — крепление кранового рельса; *д*—*и* — стальные балки (*д*, *ж* — сплошного сечения; *и* — решетчатая балка); *к* — крепление к железобетонной колонне; *л*, *м* — крепление рельса; *н* — к стальной; *1* — подкрановая балка; *2* — закладные детали балки; *3* — то же, колонны; *4* — отверстия для крепления рельса; *5* — опорный лист балки; *6* — стальные пластины для соединения балок; *7* — стальная накладка; *8* — анкерные болты; *9* — лапка; *10* — упругая прокладка; *11* — болт; *12* — рельс; *13* — бетон для замоноличивания стыка; *14* — крепежная планка; *15* — тормозная балка; *16* — опорное ребро; *17* — крюк

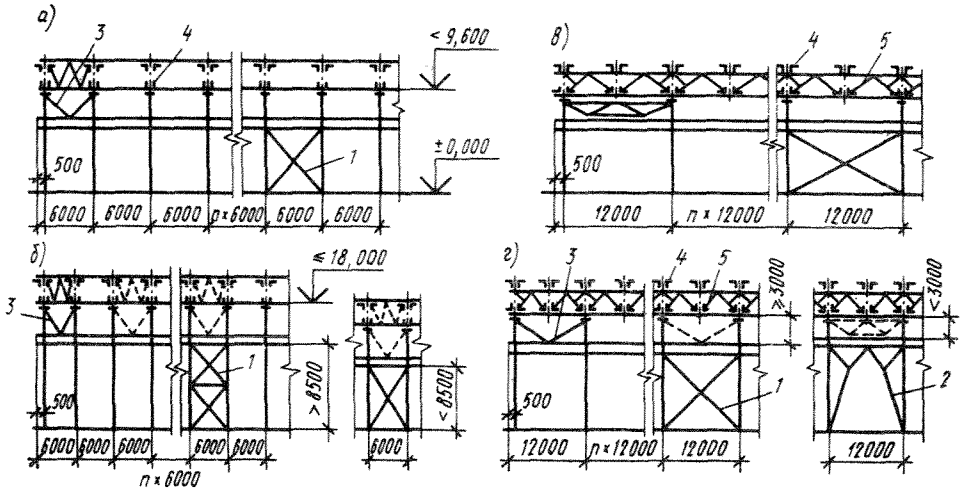


Рис. XII.5. Вертикальные связи несущего остова:
1 — основные связи — крестовая решетка; *2* — то же, портального типа; *3* — верхние связи; *4* — стропильная ферма; *5* — подстропильная ферма

устраиваются траверсы и т. п. Для двухветвевых колонн базу лучше делать общую, но можно и раздельную. Для защиты от коррозии подпольную часть колонн вместе с базой обетонивают.

Подкрановые балки предназначены для движения мостовых кранов по уложенным на них рельсам. Балки выполняют железобетонными и стальными. Форма их сечений тавровая или двутавровая с развитой верхней полкой (рис. XII.4). Развитие этой полки необходимо для работы в пролете на восприятие горизонтальных тормозных поперечных сил движущейся тележки крана и для крепления рельсов. На опоре балки жестко закреплены с колонной по вертикали и горизонтали. Железобетонные балки дороже и массивнее металлических. К тому же они менее долговечны при динамических нагрузках от крана, поэтому предпочительнее стальные.

В зависимости от размеров пролета и от нагрузки балки делают сплошного или сквозного сечения, в виде шпренгельных ферм (рис. XII.4 *и*). При больших пролетах подкрановых балок (порядка 12 . . . 18 м) фермы устраиваются и в горизонтальной плоскости в уровне верха балок — для восприятия горизонтальных сил торможения (рис. XII.4, *15*).

Высоту сплошных балок принимают 650 . . . 2050 мм с градацией через 200 мм. Предпочтительная схема работы — однопролетные разрезные балки. Неразрезная, многопролетная схема работы не оправдала себя.

Вертикальные связи. Устанавливаются для обеспечения геометрической неизменяемости (пространственной жесткости) здания в продольном направлении (связевая конструктивная схема, см. гл. II). В одноэтажных каркасных зданиях связи выполняют из стальных прокатных или сварных профилей в виде раскосов, крестов, ферм и т. п. Их устанавливают вдоль каждого продольного ряда колонн раздельно для подкрановой части каркаса и для его надкрановой части (до верха колонн). Крепят болтами или монтажной сваркой. Основные связи, обеспечивающие жесткость всего каркаса в продольном направлении, — подкрановые ставят всегда в середине температурного отсека (рис. XII.5), в пределах одного-двух шагов каркаса. Надкрановые связи не обязательно совмещать с основными, а целесо-

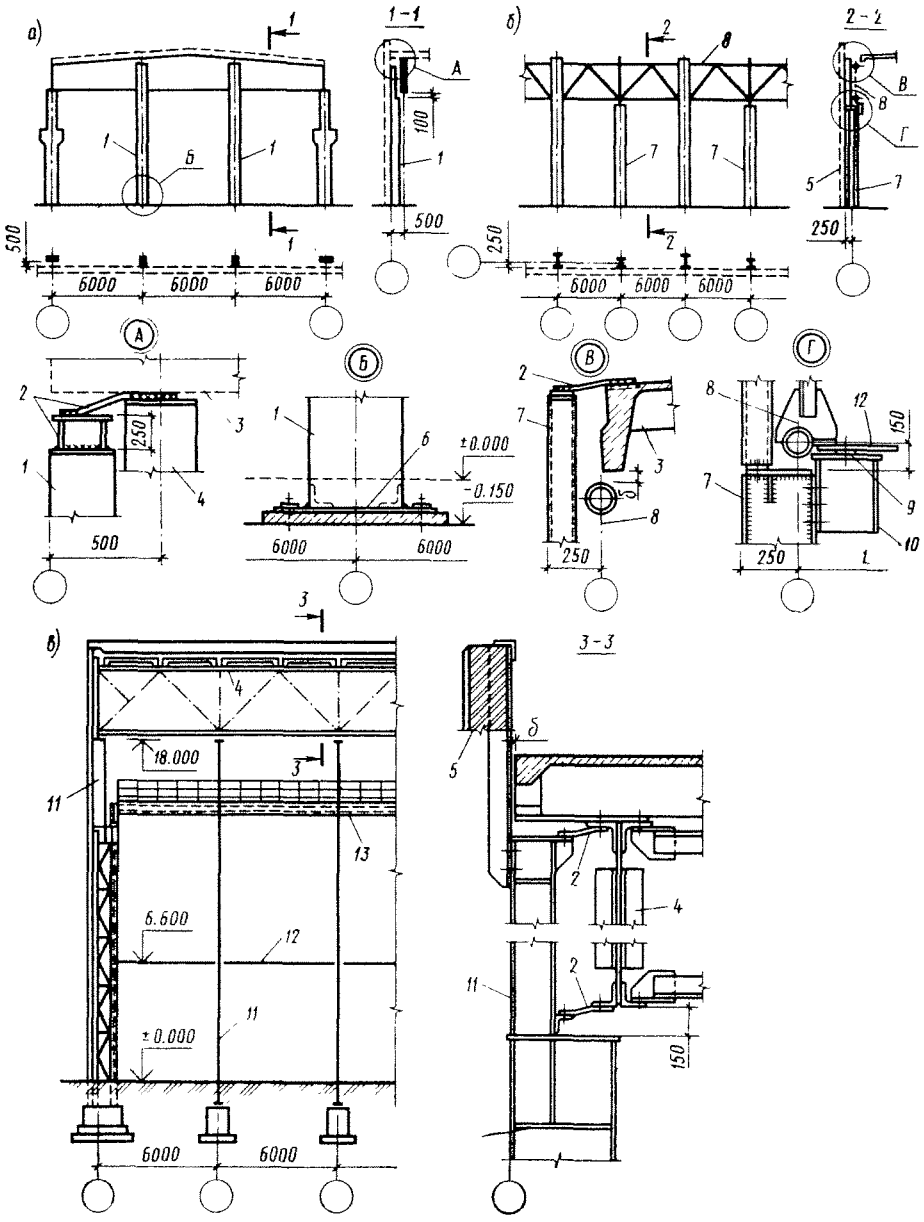


Рис. XII.6. Типы фахверковых колонн:

а — железобетонные торцевого фахверка; *б* — стальные колонны продольного фахверка; *в* — стальные колонны высокого торцевого фахверка; *1* — железобетонная колонна торцевого фахверка; *2* — соединительные элементы (гибкие связи); *3* — покрытие; *4* — стропильная конструкция; *5* — панели стены; *6* — стальная пластина; *7* — стальная колонна фахверка; *8* — ось распорки или вертикальной связи колонн фахверка; *9* — монтажная прокладка; *10* — соединительный элемент; *11* — высокая решетчатая стальная колонна; *12* — горизонтальные ветровые связи; *13* — площадка

образнее совмещать с местами расположения связей между фермами покрытия. Эти места обычно совпадают с краями отсека. Форма основных связей — портал, крестовина; форма надкрановых связей — раскосная, полураскосная, крестовая.

Колонны фахверка. В одноэтажных зданиях помимо основного каркаса применяют и дополнительный — фахверк — каркас стен. Он устанавливается в плоскостях торцевых и продольных стен. Необходимость в фахверке диктуется большими расстояниями между стойками основного каркаса в продольных стенах, при их шаге свыше 6...9 м, а также и в торцевых стенах. На этих участках стен колонны фахверка придают стенам устойчивость, обеспечивают навеску панелей или ригелей обшивных стен, воспринимают и передают на основной каркас все действующие на стены нагрузки.

Колонны фахверка чаще всего устанавливают с шагом 6 м, но также и на других расстояниях, увязанных с проемами окон, ворот и т. п. Верхняя часть колонн закрепляется в уровне перекрытия *гибкими связями* (рис. XII.6, *2*); так называют соединительные элементы, работающие совместно с соединяемыми конструкциями в одном направлении (в данном случае — горизонтальном) и допускающие нестесненную деформацию (перемещение) в другом (например, в вертикальном).

Колонны фахверка устанавливаются на собственных фундаментах. При необходимости устройства больших проемов, проездов в уровне первого этажа стойки фахверка устанавливают на ригели, размещаемые в плоскости стен и опирающиеся на основной каркас. Ригели фахверка устраивают в случаях навески мелкоразмерных стеновых изделий (асбестоцементных листов, профилированного настила и т. п.).

XII.3. Покрытия одноэтажных зданий. Общие сведения

Все конструктивные системы покрытия можно рассматривать с двух позиций, которые имеют особое влияние на архитектурный облик всего сооружения. Во-первых, с позиции работы конструкции в одном, двух или нескольких направлениях одновременно и тогда мы их делим на *плоскостные* и *пространственные*. Во-вторых, с позиции отсутствия или наличия распора в конструкции и тогда мы имеем дело с *безраспорными* и *распорными* конструкциями.

Плоскостными называют конструкции, работающие только в одной вертикальной плоскости, проходящей через опоры; к ним относятся балки, фермы, рамы, арки; к ним следует отнести и те конструкции, которые можно разрезать вертикальными плоскостями вдоль пролета на отдельные элементы, причем каждый элемент независимо от другого будет тоже работать, как плоскостной. К примеру, разрезанная по длине вертикальными плоскостями вдоль пролета двусторонне опертая плита будет работать как ряд отдельных балок (по балочной схеме), а аналогично разрезанный свод, как ряд автономных арок.

В отличие от плоскостных **пространственные** покрытия работают одновременно в двух или нескольких направлениях. К ним относятся: перекрестные системы, оболочки, складки, висячие покрытия, пневматические конструкции и др.

У распорных конструкций под влиянием собственной массы и внешних вертикальных нагрузок возникают на опорах помимо вертикальных еще и горизонтальные составляющие реакций, именуемые *распором*. Безраспорными конструкциями называются такие, у которых горизонтальные составляющие опорных реакций отсутствуют.

В табл. XII.1 перечислены основные плоскостные и пространственные системы с делением их на безраспорные и распорные.

Таблица XII.1. **Классификация конструкций покрытий**

	Плоскостные	Пространственные
Безраспорные	Плиты Балки Фермы Пневмобалки	Плиты, опертые по контуру Перекрестно-ребристые Перекрестно-стержневые
Распорные	Своды Арки Рамы Пневмоарки	Оболочки Складки Висячие покрытия Воздухоопорные оболочки

Материалы, из которых изготовляют современные конструкции покрытия: бетон, сталь, дерево — для небольших сравнительно пролетов и особенно в районах, богатых лесом; алюминиевые сплавы — для конструкций специального назначения.

XII.4. Безраспорные плоскостные несущие конструкции покрытий. Балки и фермы

Балки и фермы представляют собой основные виды безраспорных плоскостных конструкций.

Балки являются наиболее простыми несущими конструкциями и эффективно используются до достижения перекрываемого ими пролета определенной величины. Для железобетона этот предельный рациональный пролет составляет примерно 18 м, для металлических — 15 м, для деревянных — 12 м. Если пролет превышает указанные величины, целесообразно перейти на использование ферм. Хотя изготовление ферм и несколько сложнее, чем изготовление балок, но зато они обладают меньшей массой, что существенно влияет на расход материалов как для самих ферм, так и для опор и фундаментов, на которые фермы опираются. В то время как у балок материал распределен по всему их сечению, у ферм он сосредоточен только в верхнем и нижнем поясах, в стойках и раскосах, которые эти пояса соединяют. Поэтому в отличие от балок, работающих на изгиб целым своим сечением, все элементы решетки фермы работают только на сжатие и растяжение, т. е. материал используется полнее, чем у балки.

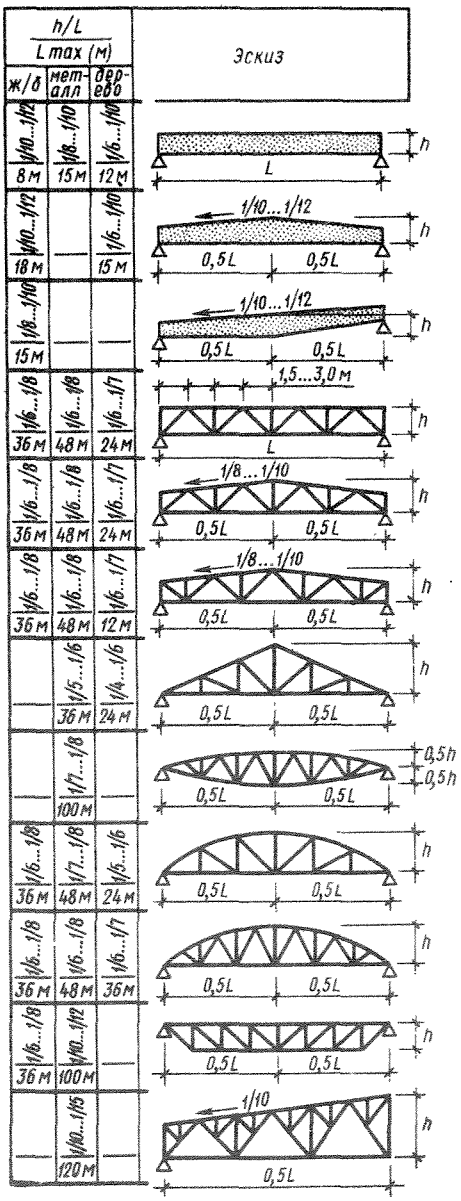


Рис. XII.7. Схемы балок и ферм:
L — пролет; *h* — конструктивная высота

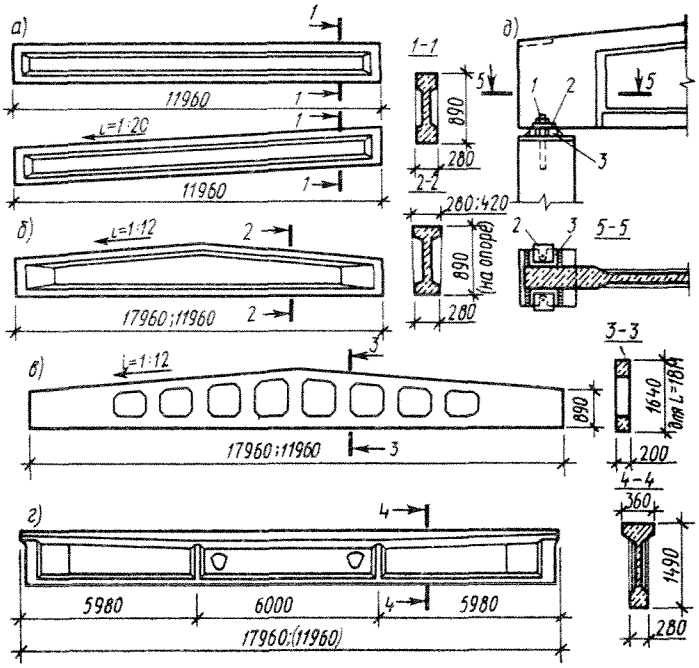


Рис. XII.8. Железобетонные балки:

а — односкатная; *б*, *в* — двухскатные; *г* — горизонтальная; *1* — анкерный болт; *2* — закладные детали балки; *3* — металлическая пластинка для крепления балки к опоре болтами

На рис. XII.7 изображены схемы балок и ферм, которые наиболее часто применяются при покрытии одноэтажных зданий увеличенных пролетов. У каждой схемы указан материал, из которого данная конструкция изготовляется, оптимальные пролеты L и примерное отношение высоты конструкции h к пролету L. В тех случаях, когда указаны две величины отношения h/L, меньшую высоту конструкции следует принять там, где конструкция расставлена с шагом не более 6 м, бóльшую высоту — там, где шаг конструкции превышает 6 м и, как правило, принимается 12 м. Интенсивность загружения тоже следует учитывать при определении высоты конструкции.

Следует заметить, что минимальная высота балок и ферм при современных высокопрочных строительных материалах ограничивается не столько несущей способностью конструкции, сколько ее допускаемыми прогибами под максимальными нагрузками. Поэтому произвольное уменьшение высоты конструкции, относительно того, что применяется на практике, без дополнительных расчетов недопустимо.

Железобетонные балки заводского изготовления для пролетов 12, 15, 18 м получили наибольшее распространение благодаря экономному расходу металла, простоте монтажа и соответствия таких балок противопожарным нормам. Разработано несколько типов балок для горизонтальных и скатных с небольшим уклоном (до 1 : 5) покрытий . Сечение таких балок принимается прямоугольным (при $L<12$ м), тавровым или двутавровым (при $L\geqslant 12$ м) (рис. XII.8). В последнее время разработаны типовые двускатные балки, которые при пролетах 12 и 18 м во всех своих частях имеют одну ширину, что упрощает их изготовление. Уменьшение массы таких балок достигнуто устройством в них сквозных отверстий, чем они приближаются к типу безраскосых ферм.

Железобетонные фермы изготовляют обычно сегментной прямоугольной или трапециевидной двускатной фор-

мы. Узлы верхнего пояса, на которые опираются ребра плит перекрытия, размещаются вдоль фермы, как правило, с шагом 3 м. Ширина сечения всех частей каждой из ферм принимается одинаковой; варьируется лишь высота сечений отдельных элементов (определяется расчетом). Если длина фермы превышает 24 м, ее обычно проектируют из двух одинаковых частей, которые на строительстве соединяются воедино.

В последнее время чаще применяют типовые сегментные безраскосые фермы (рис. XII.9).

Стальные балки, используемые в покрытии, имеют обычно двутавровое сечение из прокатных профилей или для пролетов выше 12 м сварными из листа. Высоту сварных балок принимают $^1/_{10}...^1/_{12}$ пролета, ширину полок $^1/_3...^1/_5$ высоты, толщину вертикальной стенки $^1/_{100}...^1/_{140}$ той же высоты, но не менее 8 мм. В балках длиной более 6 м устраивают ребра жесткости через каждые 1,5...2 высоты балки, располагая их под ребрами настила, укладываемого на балку (рис. XII.10).

Стальные фермы обычно применяют при пролетах 12...18 м и выше (рис. XII.11). Очертание стальных ферм может быть достаточно разнообразно, однако чаще всего применя-

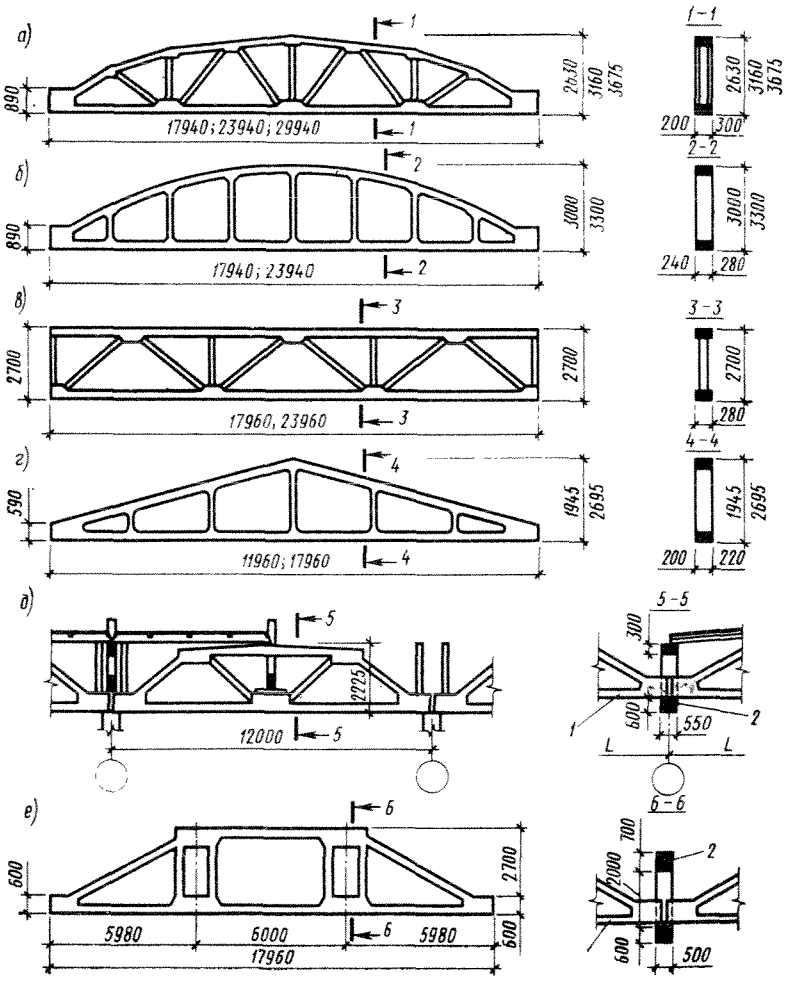


Рис. XII.9. Железобетонные фермы покрытий:

а — стропильная сегментная; *б* — то же, арочная бескаркасная; *в* — то же, с параллельными поясами; *г* — то же, треугольная; *д* — подстропильная длиной 12 м в установленном положении; *е* — подстропильная ферма длиной 18 м (на разрезах показано опирание на подстропильную ферму стропильных конструкций): *1* — стропильная ферма; *2* — подстропильная ферма

ются фермы трапециевидные двускатные, с параллельными поясами и др.

Обладая большой жесткостью в своей плоскости, металлические фермы имеют совершенно недостаточную жесткость из этой плоскости; поэтому установленные с определенным шагом фермы должны быть надежно раскреплены в направлениях, нормальных к их плоскостям. В верхнем поясе фермы раскрепляются железобетонными плитами покрытия, привариваемыми к узлам верхнего пояса. В нижнем поясе и в вертикальной плоскости над опорами фермы раскрепляются металлическими связями (рис. XII.12).

Помимо стали фермы могут быть также выполнены и из алюминиевых сплавов. Такие фермы имеют сравнительно небольшой вес, учитывая, что масса алюминиевых сплавов не превышает 2,7 т/м³ (у стали 7,85 т/м³). Кроме того, алюминиевые сплавы обладают коррозиестойкостью и не становятся хрупкими при температурах ниже —50 °С (недостаток стальных конструкций при их применении на Севере). Однако прочность алюминиевых сплавов в 2...3 раза ниже, чем у стали, а их цена выше. С учетом этих особенностей применение конст-

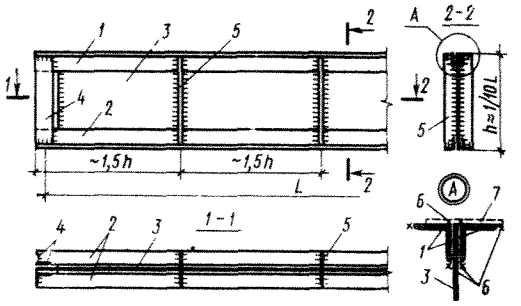


Рис. XII.10. Составная металлическая двутавровая балка:

1 — верхний пояс двутавровой балки; *2* — нижний пояс; *3* — вертикальная стенка балки; *4* — уголки жесткости над опорой; *5* — ребра жесткости в пролете; *6* — места сварки элементов пояса и стенки; *7* — возможное усиление пояса из полосовой стали

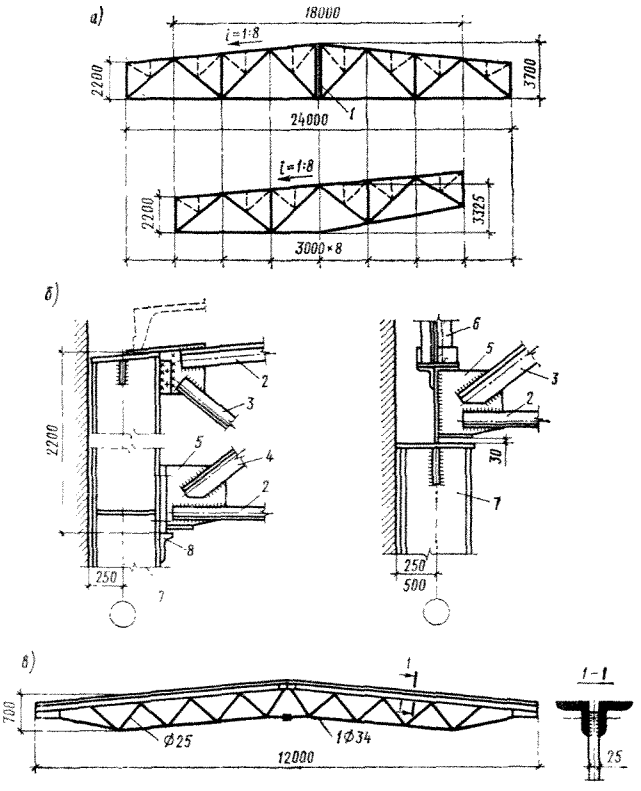


Рис. XII.11. Стальные стропильные фермы:

а — унифицированные двух- и односкатные стропильные фермы; *б* — способы опирания ферм; *в* — облегченная (прутковая) ферма; *1* — монтажный стык; *2* — пояса ферм (верхний и нижний); *3* — раскос шпренгеля (для шпренгельного варианта ферм); *4* — раскос решетки; *5* — фасонка; *6* — опорная стойка ферм; *7* — колонна; *8* — опорный столик

рукций из алюминиевых сплавов в обычных условиях целесообразно только при больших пролетах или в северных районах с низкими температурами или в некоторых других условиях.

Конструируются металлические фермы с применением прокатных уголковых и швеллерных профилей.

При пролетах более 40...50 м и при больших нагрузках эти профили рационально заменить трубчатыми или коробчатыми сечениями.

Подстропильные фермы из металла проектируются по тому же принципу, что и несущие фермы, с той только разницей, что нижний пояс их должен быть достаточно широк, или иметь уширения в местах опирания несущих ферм.

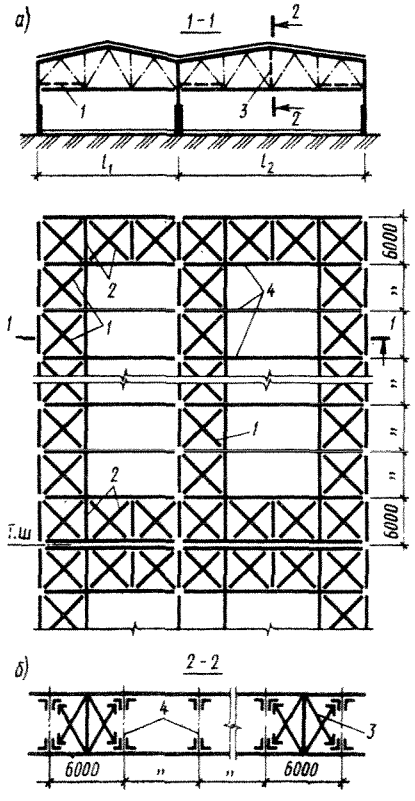


Рис. XII.12. Схема связей по стальным фермам:

а — поперечный разрез и план; *б* — схема вертикальных связей; *1* — продольные горизонтальные связи; *2* — поперечные горизонтальные связи; *3* — вертикальные связи; *4* — стропильные фермы

По балкам и фермам укладываются, как правило, типовые ребристые плиты заводского изготовления, приведенные в гл. XXII. Иногда снизу фермы закрываются подвесным потолком, над которым обычно размещаются вентиляционные, электроразводящие и другие установки. Устройство потолка приведено в гл. XXIII. Если вместо подвесного потолка по нижнему поясу ферм уложить плиты перекрытия, то образованное таким образом межферменное пространство может быть использовано не только для проводки коммуникаций, но и как дополнительные служебные помещения.

Укладка многопустотных плит может производиться непосредственно на нижний пояс железобетонных ферм или на уголки, приваренные с боков к этому поясу.

Деревянные балки в покрытиях одноэтажных зданий с пролетами в 12 м и более выполняются гвоздевыми, составленными из брусков и досок, и клееными — из досок, уложенных плашмя и прочно соединенных между собой синтетическим клеем. Гвоздевые балки имеют сшитую на гвоздях стенку из двух слоев досок, наклоненных в разные стороны под углом в 45°. Верхний и нижний пояса этих балок образуются нашитыми с двух сторон продольными брусьями, соединенными между собой вертикальными накладками. Высота таких балок $^1/_6$... $^1/_8$ пролета. Клееные балки до 12 м длины имеют прямоугольное сечение, а более длинные — двутавровое. Высота их принимается $^1/_{10}$... $^1/_{12}$ пролета.

Деревянные фермы из брусьев и досок применяют для пролетов в 15 м и более.

Покрытие по деревянным балкам и фермам выполняют либо в виде двухслойного дощатого настила, уложенного на брусья (прогоны), опертые на несущую конструкцию, либо в виде щитов из деревоплиты. Эти щиты представляют собой ряд брусков тол-

щиной 60...120 мм и высотой 100... 240 мм, плотно соединенных между собой на гвоздях или на клею. И такие щиты длиной 3...6 м укладывают поверх балок и ферм, после чего по ним прибивается настил из досок, уложенных под углом в 45° к направлению щитов, и укладывается слой гидроизоляции.

Следует заметить, что деревянные конструкции покрытия должны быть надежно защищены от гниения и возгорания. Обычно это делается пропиткой древесины антипиренами. Но может быть применен и другой способ защиты, например покрытие всех видимых поверхностей специальной штукатуркой или устройством подвесных потолков из несгораемых материалов.

Деревянные клееные конструкции покрытия перспективны. Их допускается применять в зданиях гражданского назначения II класса по капитальности, таких, как спортивные залы, общественные центры и т. п.

XII.5. Распорные плоскостные конструкции

К основным распорным конструкциям относятся рамы и арки (цилиндрические своды, опертые на фундаменты по всей длине, можно рассматривать как разновидность арки со значительно увеличенной шириной). Рамы могут быть разнообразного очертания как с одним пролетом, так и со многими. Чем сложнее рама, тем большему числу ограничительных условий она должна удовлетворять, например в отношении надежности фундаментов, распределения нагрузок и т. п. Поэтому чаще всего в практике строительства применяют однопролетные рамы П-образного очертания. Из однопролетных рам, комбинируя их с балками, можно получить конструкции разнообразных очертаний с разным числом пролетов.

Арки чаще всего проектируются кругового очертания, так как такие арки выполняются просто как в монолитном, так и в сборном варианте. Однако ось арки может быть очерчена и в виде других плавных кривых, например параболы и эллипса, а также кривых, состоящих из отрезков окружностей разных радиусов.

Рамы и арки могут быть бесшарнирными с жесткой заделкой опор, двухшарнирными (с шарнирным опиранием на фундамент) и трехшарнирными, у которых помимо двух шарниров на опорах есть еще один, который обычно располагают посередине пролета (рис. XII.13).

Бесшарнирные рамы и арки особенно чувствительны к неравномерным осадкам опор, поэтому их проектируют только на надежных основаниях, не допускающих таких осадков. В то же время среди распорных конструкций бесшарнирные рамы и арки наиболее экономичны по расходу материала; величина распора, т. е. горизонтальная составляющая реакции, в бесшарнирных наименьшая по сравнению с другими. Вместе с тем двухшарнирные рамы и арки менее чувст-

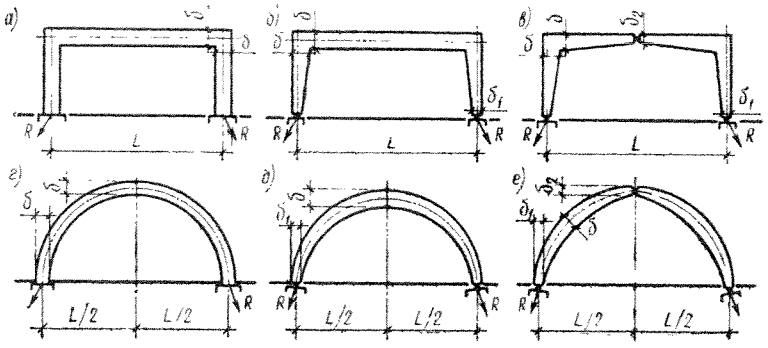


Рис. XII.13. Схемы рам и арок:

а — рама бесшарнирная; *б* — двухшарнирная; *в* — трехшарнирная; *г* — арка бесшарнирная; *д* — двухшарнирная; *е* — трехшарнирная; *L* — пролет; *δ* — высота сечения рам и арок; δ_1, δ_2 — высота сечений вблизи шарниров

вительны к небольшим осадкам грунта, чем бесшарнирные. Трехшарнирные рамы и арки еще менее чувствительны к неравномерным осадкам, зато распор у них еще больше, чем у двухшарнирных, и тем более бесшарнирных. Важное преимущество трехшарнирных арок и рам заключается в том, что их можно заранее изготавливать из двух одинаковых частей и монтировать простым соединением в шарнирах.

Что касается очертаний П-образных рам и круговых арок, то при рациональном распределении в этих конструкциях материала они имеют одинаковые формы сечения в пролетах и у опор только в бесшарнирных вариантах. При наличии шарниров высота сечения их у шарниров уменьшается в 2...3 раза. На рис. XII.13 наглядно показаны очертания рам и арок в зависимости от наличия шарниров, а в прилагаемой таблице даются примерные высоты сечений этих конструкций относительно пролета. Ширина сечений у железобетонных рам и арок принимается обычно в пределах $^1/_2 \ldots {}^1/_4$ его высоты.

Распорные конструкции требуют выполнения особого вида фундаментов, тем больше развитого во внешнюю сторону от пролета, чем больше распор, который, как известно, увеличивается с увеличением числа шарниров и при уменьшении отношения высоты сечения конструкции к пролету. Это вытекает из известного требования к фундаментам, по которому равнодействующая опорных реакций не должна выходить за пределы средней трети подошвы фундамента. В случае значительного распора подошве придается уклон, близкий к нормали на равнодействующую, что предупреждает возможность сдвига фундамента под воздействием этого распора.

Все плоскостные распорные конструкции обладают достаточной жесткостью в своей плоскости. Но в другом направлении — из плоскости — такой жесткостью они не обладают. В этом направлении пространственная жесткость системы в целом обеспечивается теми же способами, которые применяют в стоечно-связевой системе, т. е. включением связей или стенок жесткости в каждом продольном ряду вертикальных опор. В арочном покрытии этого же результата можно достигнуть замоноличиванием плит покрытия криволинейного очертания.

Для уменьшения изгибающих моментов в рамах, а тем самым уменьшения высоты их сечения, применяют консольные выносы, расположенные в продолжении ригелей и загруженные соответствующим образом. Таким решением можно почти полностью избавиться от распора, т. е. проектировать фундаменты как под обычную безраспорную конструкцию (рис. XII.14, *а*). Безраспорности арки можно полностью достигнуть, соединив ее опоры металлической затяжкой, которую обычно располагают под уровнем пола (рис. XII.14, *б*). Такие безраспорные арки с затяжками можно устанавливать на колонны и стены подобно балкам или фермам. При проектировании многопролетных рам их удобно комбинировать с балочными вставками, опертыми на консольные выносы П-образных рам. На том же рисунке схематически показаны примеры решения опорных шарниров, применяемых в распорных конструкциях.

Примерная высота сечений рам и арок

Вид конструкции		Рама			Арка		
Отношение высоты сечения к пролету		L/δ	L/δ_1	L/δ_2	L/δ	L/δ_1	L/δ_2
Количество шарниров	бесшарнирная	30	—	—	40	—	—
	двухшарнирная	25	50	—	35	70	—
	трехшарнирная	20	40	40	30	60	60

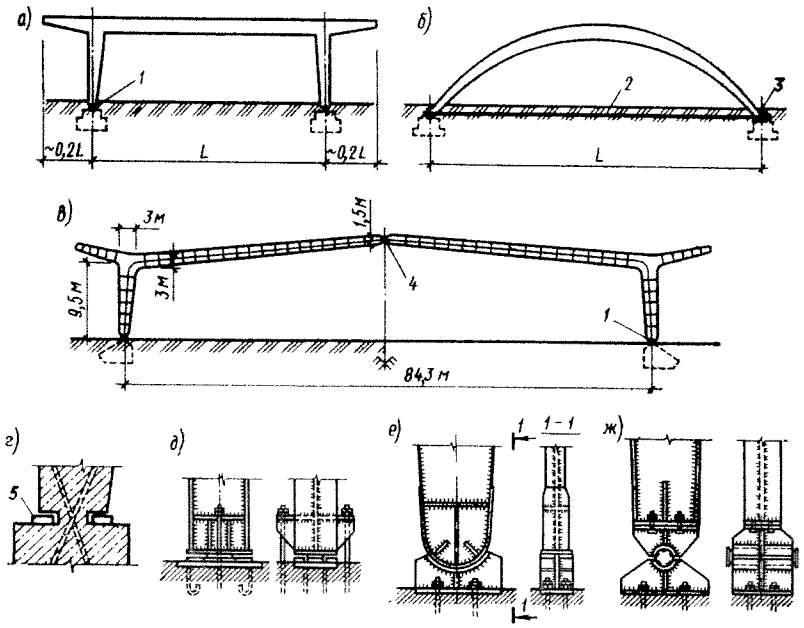


Рис. XII.14. Примеры рам и арок и их детали:

а — рама с выносными консолями; *б* — арка с затяжкой под уровнем земли; *в* — трехшарнирная рама со сплошной металлической стенкой; *г—ж* — шарнирные опоры (*г* — железобетонной рамы; *д* — металлической рамы с плитным шарниром; *е* — опора с сегментным опиранием; *ж* — с металлическим цилиндром); *1* — шарнирная опора; *2* — затяжка; *3* — шарнирная заделка затяжки; *4* — средний шарнир трехшарнирной рамы; *5* — свинцовая прокладка

Своды, которые можно рассматривать как разновидность арок большой ширины, в настоящее время изготовляются преимущественно из железобетона, реже из бетона или камня. Наиболее простую конструкцию представляют собой *гладкие* цилиндрические своды, опирающиеся по всей длине своими нижними краями на фундаменты (рис. XII.15, *а*). Более прогрессивный вид цилиндрического свода представляет собой *ребристый* свод, собираемый из однотипных железобетонных плит, окаймленных ребрами. Основными несущими элементами служат поперечные ребра, представляющие

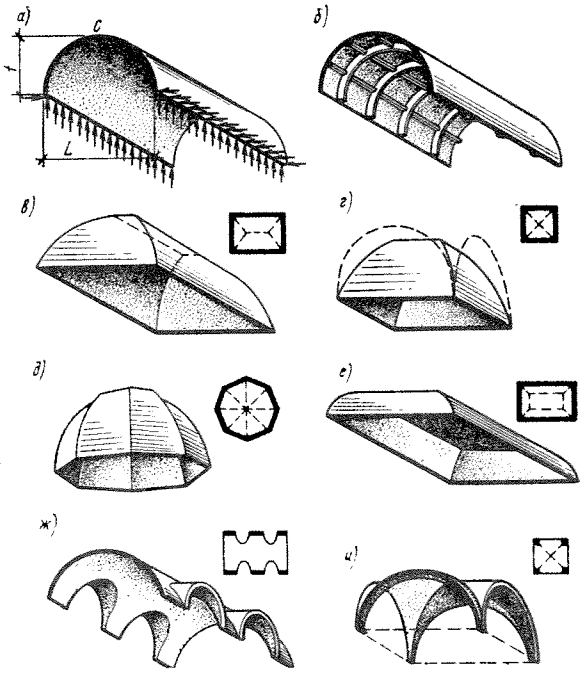


Рис. XII.15. Основные формы сводов:

а — гладкий свод; *б* — ребристый *в*, *г*, *д* — сомкнутые; *е* — зеркальный; *ж* — цилиндрический с распалубками; *и* — крестовый

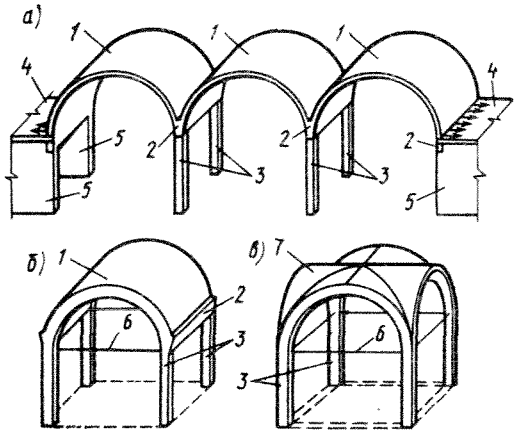


Рис. XII.16. Схема погашений распора в сводах на колоннах:

а — многопролетный свод; *б* — свод на прямоугольном плане; *в* — крестовый свод на квадратном плане; *1* — цилиндрические своды; *2* — опорная балка, поддерживающая своды между колоннами; *3* — колонны; *4* — железобетонная плита, воспринимающая распор от крайних сводов; *5* — стены, на которые опирается плита и на которые передаются горизонтальные усилия от свода; *6* — затяжки; *7* — крестовый свод

бой несущие арки, и продольные ребра, являющиеся связями. Высота поперечных ребер, при их шаге 1...2 м составляет $^1/_{70}$...$^1/_{100}$ пролета, продольных — 10...20 см, толщина плиты между ребрами 3...4 см. При отсутствии плит между ребрами и замене их любым несущим материалом, например стеклом, свод превращается в *сетчатый*.

Комбинируя пересекающиеся между собой цилиндрические поверхности, можно получить *сомкнутый* на прямоугольном или квадратном плане свод, *многогранный купол*, четырехгранный с горизонтальной вставкой, так называемый *зеркальный свод*, а также *цилиндрический свод* с врезкой цилиндров меньших размеров, называемый еще сводом с *распалубками*. Свод, образуемый пересечением двух цилиндров, открытых наружу, на квадратном плане, называется *крестовым сводом*, который в отличие от остальных сводов опирается на четыре стоящие отдельно фундамента.

На рис. XII.16 показано несколько приемов передачи распора на массив и на затяжки. Цилиндрические своды, установленные на колонны без затяжек, представляют при оформлении интерьера здания одну из интересных архитектурных задач. На рис. XII.16, *а* показано одно из таких решений. Согласно этому решению ряд арок опирается на ригели рам, стойки которых представляют собой колонны, размещенные внутри здания. Распор от этих арок, кроме крайних, взаимно погашается на ригелях поперечных рам, на которые они оперты. Распор же крайних арок передается на монолитную плиту покрытия и на стены, на которые она опирается.

Отдельно стоящий цилиндрический свод также опирается на ригели рам, размеры которых позволяют принимать распор и передавать его на стойки. Однако при отсутствии конструкции, которая могла бы передать этот распор на фундаменты, его можно погасить только *затяжками*. В случае крестового свода, реактивные усилия от него сосредоточены непосредственно на четырех опорах. Для восприятия и погашения распора необходимо предусмотреть затяжки, попарно объединяющие все четыре колонны, либо устроить *контрфорсы*, как это принято в готических соборах.

Наряду с каменным материалом дерево тоже может быть использовано как материал для изготовления рам и арок, особенно с использованием клееной древесины. Как правило, их делают двух-, трехшарнирными, с изготовлением в мастерских и монтажом на стройке.

Устанавливаются деревянные рамы и арки с шагом не более 3...4 м и применяются для пролетов до 15,20 м.

Покрытия по деревянным рамам и аркам выполняют либо из брусьев, уложенных с шагом 1...1,5 м, с двумя слоями досок поверх них, либо из деревоплиты, панели которой собираются из досок или брусьев, поставленных на ребро, плотно сбитых гвоздями или соединенных с помощью синтетического клея. Высота деревоплиты принимается примерно $^1/_{20}$ от шага накрываемых ею конструкций.

XII.6. Перекрестные системы

Перекрестные системы покрытия состоят из несущих линейных элементов, пересекающихся в плане под углом 90 или 60°. При этом если конструкция состоит из несущих элементов, расположенных параллельно сторонам квадрата или прямоугольника, и составляет сетку из квадратных ячеек, то такая конструкция называется ортогональной. Если та же квадратная сетка расположена к контурам покрытия под углом 45°, то такая конструкция называется диагональной. Сетку с треугольной формой ячеек, стороны которых параллельны сторонам контура покрытия, называют треугольной.

Наличие несущих пересекающихся элементов позволяет нагрузку на покрытие передавать на опоры не в одной вертикальной плоскости, как в плоскостных конструкциях, а сразу в двух и даже в трех вертикальных плоскостях. Это существенно уменьшает величину усилий и прогибов в такой конструкции, что позволяет уменьшить ее конструктивную высоту до $^1/_{15}\ldots{}^1/_{25}$ пролета в зависимости от нагрузок и формы в плане покрытия.

Наиболее рационально перекрестная система может быть использована в покрытии, имеющем в плане форму квадрата, равнобедренного треугольника, круга или многоугольника, вписанного в круг (рис. XII.17, *а—е*). Если очертание покрытия в плане отступает от такой правильной формы и пролеты несущих элементов в одном и другом направлении различаются более чем на 20%, то применение перекрестной системы становится нерациональным, так как работать будут только элементы меньшего пролета, в основном как плоскостные. Между тем на прямоугольном плане при отношении сторон более чем $^1/_2$ можно также применить перекрестные несущие элементы, расположив их не ортогонально, а диагонально, т. е. под углом в 45° к сторонам контура (рис. XII.17, *ж*).

Опирание перекрестных систем может выполняться по всему контуру, на отдельные его части или на колонны. При этом необходимо учитывать, что при опирании перекрестного покрытия только на угловые колонны его контурные элементы будут работать как простые балки или фермы, принимая всю нагрузку от по-

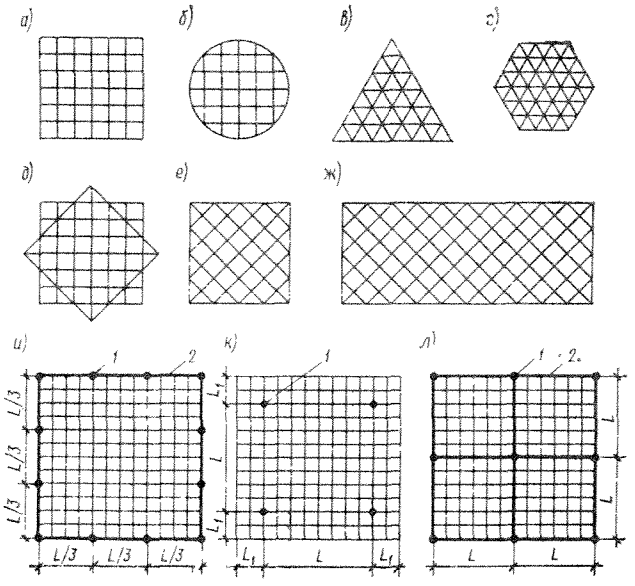


Рис. XII.17. Перекрестные системы покрытий:

а—ж — схемы перекрестных систем; *и—л* — положение опор под перекрестной системой; *L* — пролет конструкции; L_1 — вылет консоли; *1* — опоры; *2* — окаймляющий несущий элемент (балка или ферма)

крытия, находящегося внутри контура. А это значит, что эти контурные элементы должны иметь конструктивную высоту примерно в два раза больше конструктивной высоты перекрестного покрытия. Для того чтобы в этом случае все покрытие было одной высоты, следует контурные несущие элементы подпереть хотя бы еще одной-двумя дополнительными опорами (рис. XII.17, *и*).

Перекрестные системы допускают устройство консольных свесов, которые, впрочем, не должны превосходить $^1/_4$ основного пролета (расстояния между угловыми колоннами).

Перекрестные системы покрытия допускают устройство дополнительных опор и внутри плана покрытия, что существенно сокращает пролеты и соответственно конструктивную высоту покрытия. В то же время высота контурных несущих элементов определяется по тем же принципам, на которые было указано выше, в случае наличия только одних угловых опор (рис. XII.17, *л*).

Материалом для изготовления перекрестных систем служит в основном металл и железобетон. По своим конструктивным схемам эти системы делятся на *перекрестно-ребристые* и *перекрестно-стержневые*.

Перекрестно-ребристые конструкции изготавливаются главным образом из железобетона, в некоторых случаях из металла и даже из дерева. Перекрестно-ребристые железобетонные покрытия могут быть выполнены и в монолите, однако такое решение невыгодно из-за огромного расхода древесины на леса и опалубку. Более прогрессивным и экономически целесообразным является монтаж ребристого покрытия из сборных коробчатых элементов (рис. XII.18, *а*, *б*).

Коробчатые элементы представляют собой ящики с дном, повернутым кверху, которые монтируются непосредственно на лесах. При небольших пролетах (до 24 м) они могут быть смонтированы также и на земле, а затем кранами подняты в проектное положение. По нижней кромке эти ящики обычно имеют выступ, которым примыкают друг к другу, оставляя между стенками зазор в 10...15 см, куда закладывается соединяющая их арматура. После заполнения зазоров высокопрочным бетоном и его отвердения конструкция превращается в жестко замоноличенное перекрестно-ребристое покрытие.

Перекрестно-ребристое покрытие может быть создано и непосредственным монтажом отрезков ребер длиной в две ячейки. При этом каждый отрезок ребра крепится к двум, перпендикулярно стоящим к ним ребрам на половине длины. Такое решение сборной перекрестно-ребристой конструкции может быть выполнено не только из железобетона, но также из элементов металлической фермы или деревянных щитовых элементов (рис. XII.18, *в*).

Перекрестно-стержневые системы изготовляются исключительно из металла, из элементов в виде труб или проката. Трубчатые конструкции проще в монтаже, так как могут быть смонтированы простым ввинчиванием оголовников с нарезкой в многогранный узловой элемент, в то время как элементы из проката соединяются через фасонки на болтах или на сварке.

В плане перекрестно-стержневое покрытие представляется двумя сетками с квадратными или треугольными ячейками, из которых нижняя сетка сдвинута относительно верхней на половину ячейки внутрь пролета (рис. XII.18). Узлы верхней и нижней сеток соединяются между собой наклонными диагональными элементами — раскосами. В целях лучшего распределения опорных усилий в конструкции над точечной опорой предусматривается капитель из четырех наклонных раскосов или из перекрещивающихся прокатных балок.

Кровля над перекрестно-стержневым покрытием выполняется обычно из легких материалов, с применением профилированного настила, щитов с деревянным или металлическим об-

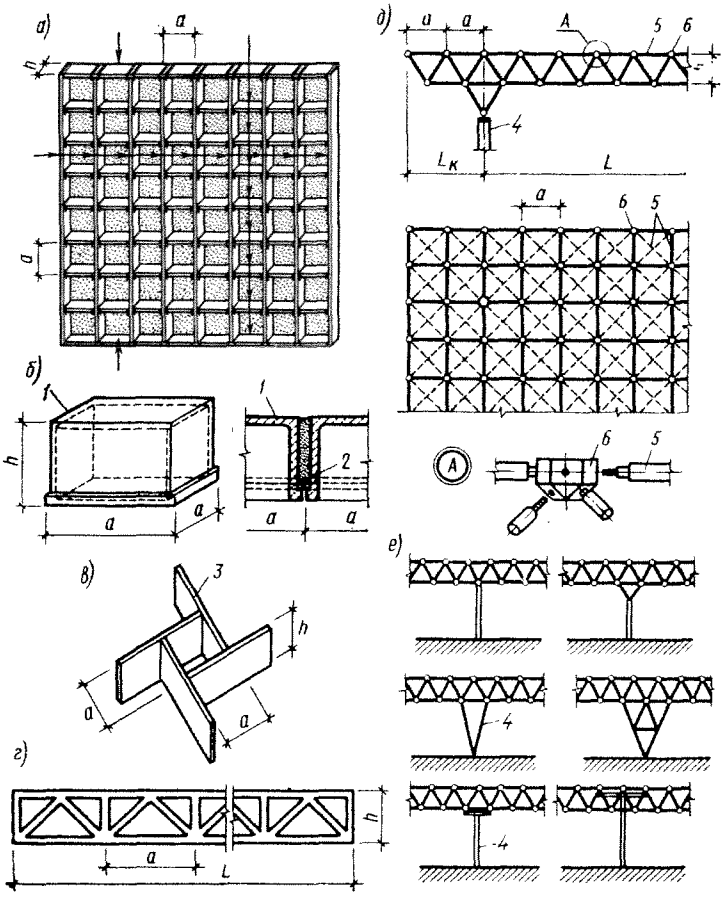


Рис. XII.18. Перекрестно-ребристые и перекрестно-стержневые системы покрытий:

а — перекрестно-ребристые покрытия; *б* — коробчатый элемент сборного перекрестно-ребристого покрытия и деталь соединения таких элементов; *в* — способ сборки перекрестно-ребристой конструкции из плоских элементов; *г* — укрупненный сборный элемент того же покрытия; *д* — перекрестно-стержневые покрытия; *е* — варианты опирания и типы опор перекрестно-стержневого покрытия; *1* — коробчатый элемент; *2* — арматура, закладываемая в швы между железобетонными коробчатыми элементами; *3* — сборный элемент размером *2а*; *4* — опора перекрестно-стержневой системы; *5* — стержень; *6* — коннектор

рамлением и т. д. Опирание кровельных щитов на конструкцию производится только над узлами на пластинки со стержнем, ввинченным в многогранный узловой элемент, так называемый *коннектор*. Опирание настила производится на швеллеры, прикрепленные к коннектору. Опирание элементов кровли непосредственно на стержни ферм не допускается, так как они работают только на осевые усилия.

Жесткость остова, несущего перекрестное покрытие, опирающегося только на колонны, можно решить двумя способами: обеспечением устойчивости самих колонн или внесением в систему опор стенок жесткости, (т. е. по связевой схеме). Стенки эти должны быть ориентированы соответственно с направлениями сторон ячеек перекрестного покрытия. Их протяженность может быть ограничена 2...3 м.

XII.7. Тонкостенные пространственные конструкции

Тонкостенными пространственными конструкциями называют такие конструкции, пространственная форма которых обеспечивает их жесткость и устойчивость, что позволяет их толщину доводить до минимальных размеров. К ним относят оболочки и складки. *Оболочками* называются геометрические тела, ограниченные криволинейными поверхностями, расстояния между которыми малы по сравнению с другими их размерами. *Складки* в отличие от оболочек состо-

ят из плоских тонкостенных плит, жестко соединенных между собой под некоторым углом.

Формы разных видов оболочек различаются *гауссовой кривизной,* которая представляет собой произведение двух взаимно нормальных кривизн ρ_1 и ρ_2 рассматриваемой оболочки. *Кривизной* ρ называется, как известно, величина, обратная *радиусу кривизны* R: $\rho = 1/R$.

Интерес при этом представляет знак произведения: при отрицательном знаке оболочки двоякой кривизны имеют прогибы в разные стороны; при положительном — в одну.

Помимо гауссовой кривизны различаются оболочки и по способу их геометрического формообразования: способ *переноса* и способ *вращения.*

Способ переноса заключается в переносе образующей линии, прямолинейной или криволинейной, вдоль направляющей линии, лежащей в плоскости, перпендикулярной плоскости образующей. Другой способ состоит из вращения образующей вокруг некоторой оси, лежащей в ее плоскости. При этом некоторые поверхности, как, например, цилиндрическая круговая поверхность и поверхность гиперболического параболоида (гипара), могут формироваться как по способу переноса, так и по способу вращения (рис. XII.19, *а, б, л, м*).

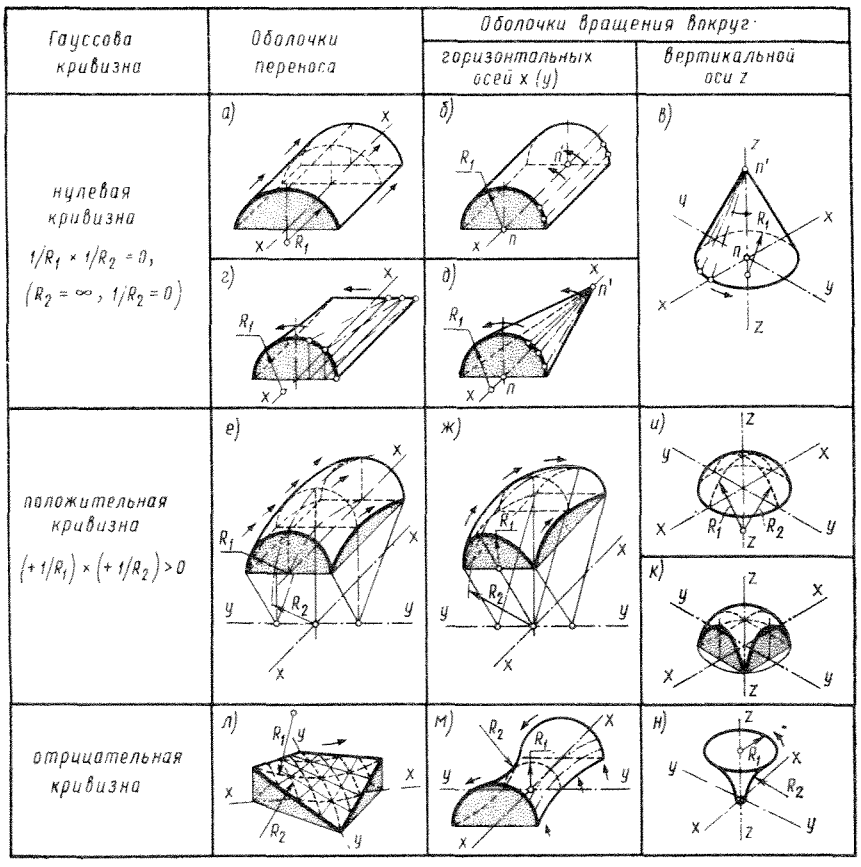


Рис. XII.19. Основные типы поверхностей оболочек:

а, б — цилиндрическая; *в, д* — конически вертикальная и горизонтальная; *г* — коноидальная; *е* — бочарная; *ж* — тороидальная; *и* — сферическая; *к* — парусная; *л, м* — с поверхностью гипара; *н* — воронкообразная

Цилиндрическая круговая поверхность оболочки может быть получена переносом прямолинейной образующей по круговой направляющей или круговой образующей по прямолинейной направляющей. Все другие виды *цилиндрических оболочек* — параболические, эллиптические и т. д. — могут быть получены только по способу переноса (рис. XII.19, *а*).

Коническая оболочка формируется вращением прямой образующей вокруг вертикальной оси, при этом один конец образующей закреплен в некоторой точке на оси вращения, а другой движется по замкнутой кривой, находящейся в плоскости, перпендикулярной оси вращения. Если эту кривую считать направляющей, а прямую — образующей, то формирование конуса происходит по способу вращения.

Поверхность *коноидальной* оболочки образуется переносом прямой, у которой один конец движется по криволинейной направляющей, а другой — по прямолинейной.

Все перечисленные выше поверхности оболочек (рис. XII.19, *а—д*) имеют нулевую гауссову кривизну: так как в сечениях, совпадающих с прямолинейной образующей, один из радиусов кривизны равен бесконечности, сама кривизна равна нулю; следовательно, и произведение обеих кривизн будет равно нулю.

Оболочки, поверхности которых получены перемещением криволинейной образующей по другой криволинейной образующей, будут также оболочками переноса. Так, например, получена поверхность *бочарного свода,* криволинейная образующая которого перемещается по криволинейной оси, лежащей в плоскости, перпендикулярной плоскости образующей. Если та же образующая получит еще и вращательное движение вокруг оси *у—у*, лежащей в ее плоскости, то полученная криволинейная поверхность будет представлять собой поверхность *тора. Сферическая* оболочка может быть получена вращением части окружности вокруг оси. Если же у сферической оболочки срезаны стороны вертикальными плоскостями, выходящими из квадрата, вписанного в круг основания, то такая оболочка носит название *парусной* оболочки.

Работая в двух взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях, оболочки должны проектироваться с учетом особенностей работы в каждой из этих плоскостей. Так, цилиндрическая оболочка в продольном направлении работает как балка с пролетом L, у которой в нижнем поясе возникают растягивающие усилия, а в верхней части оболочки эти усилия сжимающие (рис. XII.20). Поэтому конструктивная высота такой оболочки должна быть не менее $^1/_{10}$ пролета L. В поперечном направлении цилиндрическая оболочка работает как распорная конструкция типа тонкостенной арки с пролетом $l (l \leqslant 1/2\,L)$. Для погашения распора в этом направлении предусматриваются диафрагмы жесткости, устанавливаемые по длине оболочки с шагом, равным $(1 \ldots 1{,}5)\,l$.

Диафрагмы жесткости цилиндрической оболочки выполняются как сплошные стены жесткости, как фермы, вделанные в оболочку, как арки с затяжками. В то же время распор, который действует между диафрагмами жесткости, должен быть воспринят так называемым *бортовым элементом,* который работает как балка в горизонтальной плоскости и переносит распорные усилия на диафрагмы жесткости.

Отношение конструктивного подъема цилиндрической оболочки или ее стрелы f к распорному пролету l не должно быть менее $^1/_7$ и не более $^1/_2$. Распорный пролет, или длину волны длинной цилиндрической оболочки, обычно принимают не более 12 м.

Бочарные и тороидальные оболочки в отличие от цилиндрических работают как распорные конструкции и в продольном, и в поперечном направлениях. В поперечном распор, так же как и у цилиндрических оболочек,

воспринимается диафрагмами жесткости. Для восприятия же распора в продольном направлении предусматриваются затяжки. Эти затяжки заделываются по концам бортовых элементов, а в пролете подвешиваются к ним для предупреждения провисания. Если покрытие состоит из рядом расположенных нескольких оболочек, бортовые элементы, развитые в ширину, предусматриваются только в крайних пролетах. У бочарных и тороидальных оболочек диафрагмы жесткости можно предусмотреть только по торцам или же торцы решать переходом в коноиды (рис. XII.20, *и*).

Распор **купольных оболочек** воспринимается *опорным кольцом*, которое можно установить на колонны как внешне безраспорную конструкцию. Распор купола может быть воспринят также наклонными стойками и перенесен ими на замкнутый кольцевой фундамент (рис. XII.21).

Распор парусных сводов воспринимается арматурой в парусах и бортовым элементом опорной арки с затяжкой, связывающей ее концы. Эту арку часто заменяют сегментной арочной фермой, непосредственно опирающейся на опоры сооружения.

Распор оболочки, имеющей форму гипара на квадратном плане, передается от покрытия на бортовые элементы, которые работают как балка или опираются непосредственно на несущие стены (рис. XII.23).

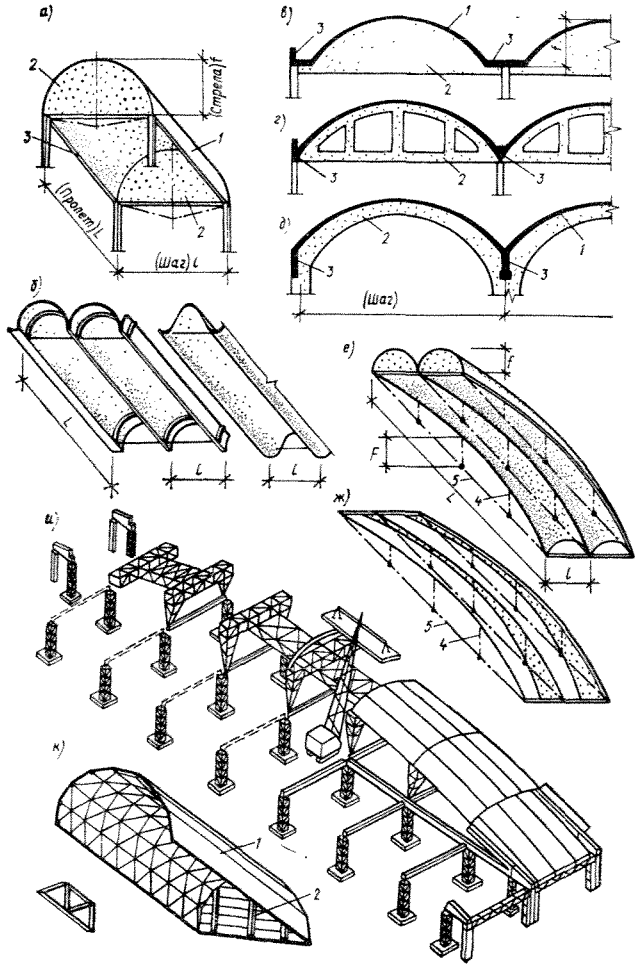


Рис. XII.20. Пространственные своды-оболочки:

а — длинная цилиндрическая; *б* — многоволновая цилиндрическая и синусоидальная оболочки; *в* — сплошная диафрагма жесткости; *г* — арочная диафрагма; *д* — рамная диафрагма; *е* — бочарный свод-оболочка; *ж* — то же, с коноидальным опиранием; *и* — схема монтажа бочарного свода; *к* — сборный сетчато-ребристый свод-оболочка; *1* — оболочка монолитная или сборная; *2* — диафрагма жесткости; *3* — бортовой элемент; *4* — подвеска; *5* — затяжка

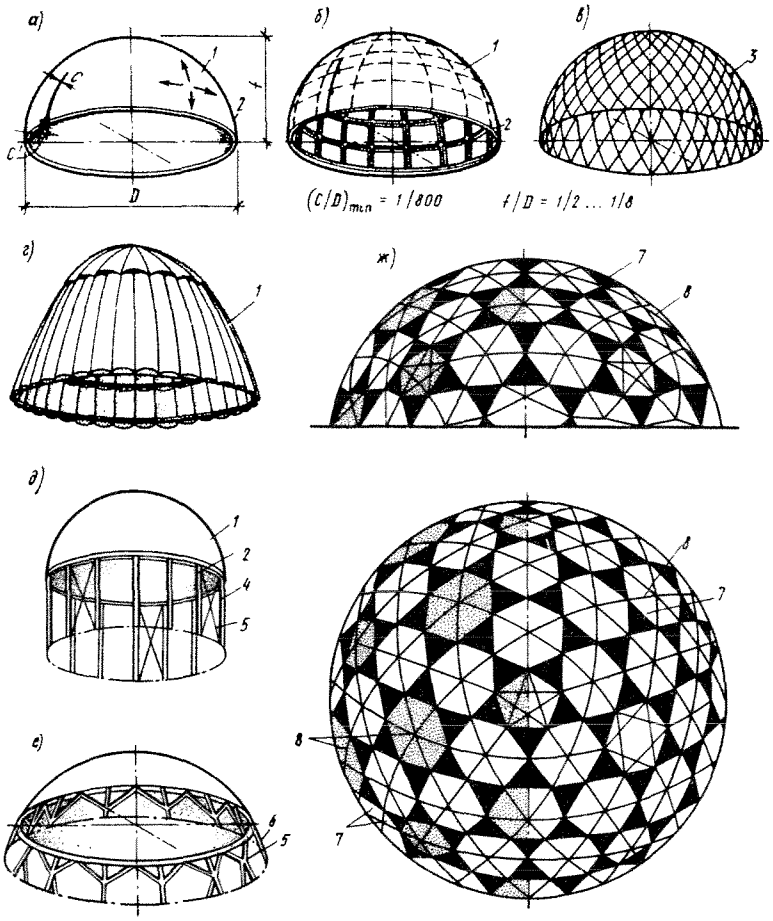


Рис. XII.21. Купола — оболочки:

а — гладкий; *б* — ребристый; *в* — сетчатый; *г* — многоволновый; *д* — купол на вертикальных стойках; *е* — купол на наклонных стойках; *ж* — звездный купол из треугольных плит и стержней по системе М. С. Туполева (фасад и план); *1* — оболочка; *2* — опорное кольцо; *3* — стержни сетчатого купола; *4* — стойки; *5* — связи жесткости; *6* — опоры; *7* — типовые треугольные плиты; *8* — стержни или затяжки в проемах звездного купола

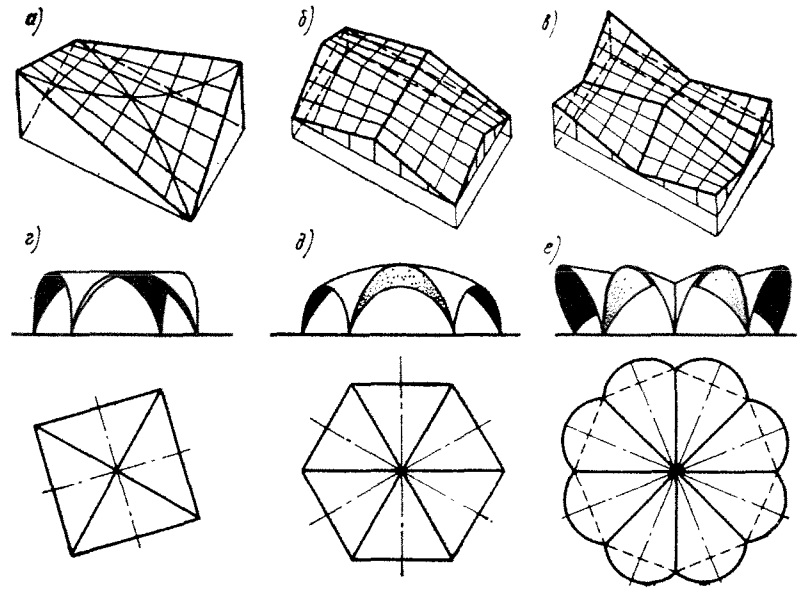


Рис. XII.22. Оболочки типа гипар и примеры комбинированных оболочек:

а — построенне оболочки с поверхностью гиперболического параболоида — гипара; *б*, *в* — покрытне здания оболочками нз четырех гипаров; *г* — комбннированная оболочка из двух пересекающихся цнлиндров; *д* — из трех бочарных оболочек; *е* — нз четырех цнлиндрических оболочек с наклонными осями

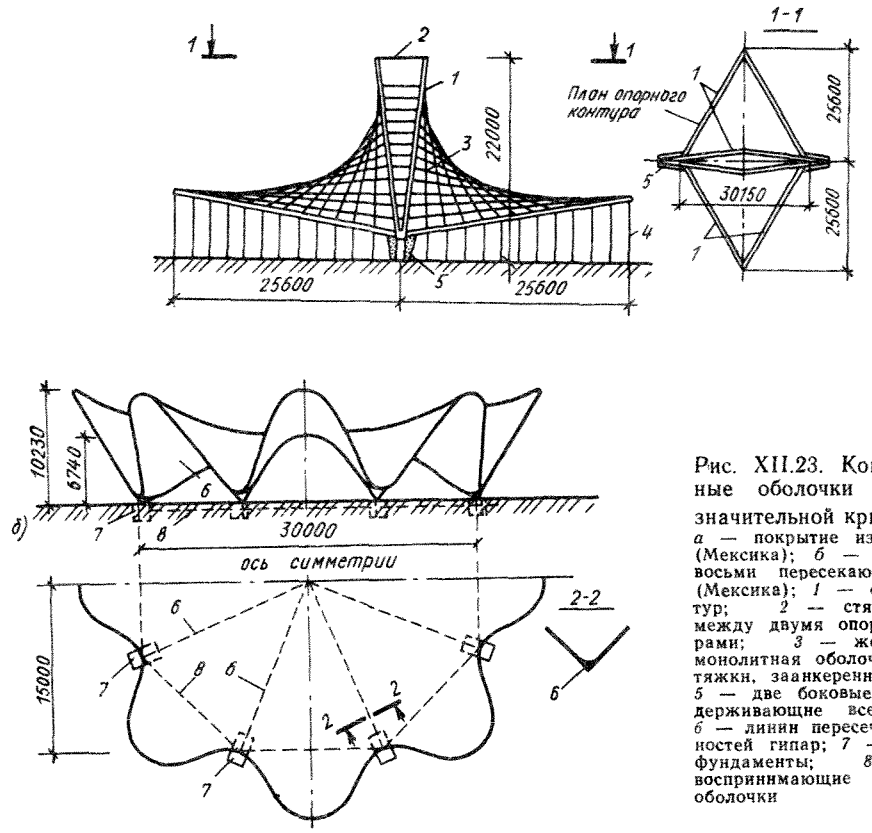


Рис. XII.23. Комбинированные оболочки из гипаров значительной кривизны:
а — покрытие из двух гипар (Мексика); *б* — покрытие из восьми пересекающихся гипар (Мексика); *1* — опорный контур; *2* — стяжки-распорки между двумя опорными контурами; *3* — железобетонная монолитная оболочка; *4* — оттяжки, заанкеренные в грунте; *5* — две боковые опоры, поддерживающие все покрытие; *6* — линии пересечения поверхностей гипар; *7* — столбчатые фундаменты; *8* — затяжки, воспринимающие распор от оболочки

По форме сечений оболочки можно разделить на гладкие, ребристые и сетчатые; по методу возведения — на монолитные, сборные и сборно-монолитные. Гладкие оболочки выполняются, как правило, монолитными. По расходу железобетона они наиболее экономичные.

Сборные оболочки монтируются из тонкостенных железобетонных плит, окаймленных ребрами. Ребра служат для соединения оболочки между собой, причем между ребрами оставляются швы, куда закладывается арматура, после чего швы заполняются цементным раствором. При этом получаются ребристые оболочки.

Сетчатые оболочки могут быть выполнены по тому же принципу, что и сборные ребристые, с той лишь разницей, что их тонкостенная часть между ребрами заменена каким-либо другим неконструктивным материалом, например стеклом. Такие конструкции могут собираться и из отдельных железобетонных или металлических стержней (рис. XII.21, *в*).

Особое место среди купольных оболочек занимают так называемые *кристаллические,* собираемые из стержней или из треугольных панелей, имеющие минимальное количество типоразмеров. Такие конструкции были в 40-х годах почти одновременно предложены в Советском Союзе проф. М. С. Туполевым и в США известным конструктором Фуллером.

В покрытиях, составленных из нескольких оболочек, последние не обязательно должны сопрягаться друг с другом. Они могут быть соединены и жесткими линейными элементами — стержнями, металлическими фермами, которые могут быть использованы для организации верхнего света (рис. XII.23, *а*).

В тех случаях, когда оболочка опирается на отдельные фундаменты, расположенные в углах правильного многоугольника, распор может быть воспринят затяжками, соединяющими попарно эти фундаменты. В этих случаях фундаменты работают как безраспорная конструкция (рис. XII.23, *б*).

Складки в отличие от оболочек формируются из тонкостенных плоских элементов, жестко скрепленных между собой под различными углами. Если сечение складки от опоры до опоры постоянно и не меняется в пролете, то такую складку называют призматической. Призматические складки в основном применяются углового и трапециевидного сечения (рис. XII.24, *а, б*).

Длинномерные, опертые по двум сторонам, призматические складки работают в продольном направлении как балка, а в поперечном — как ра-

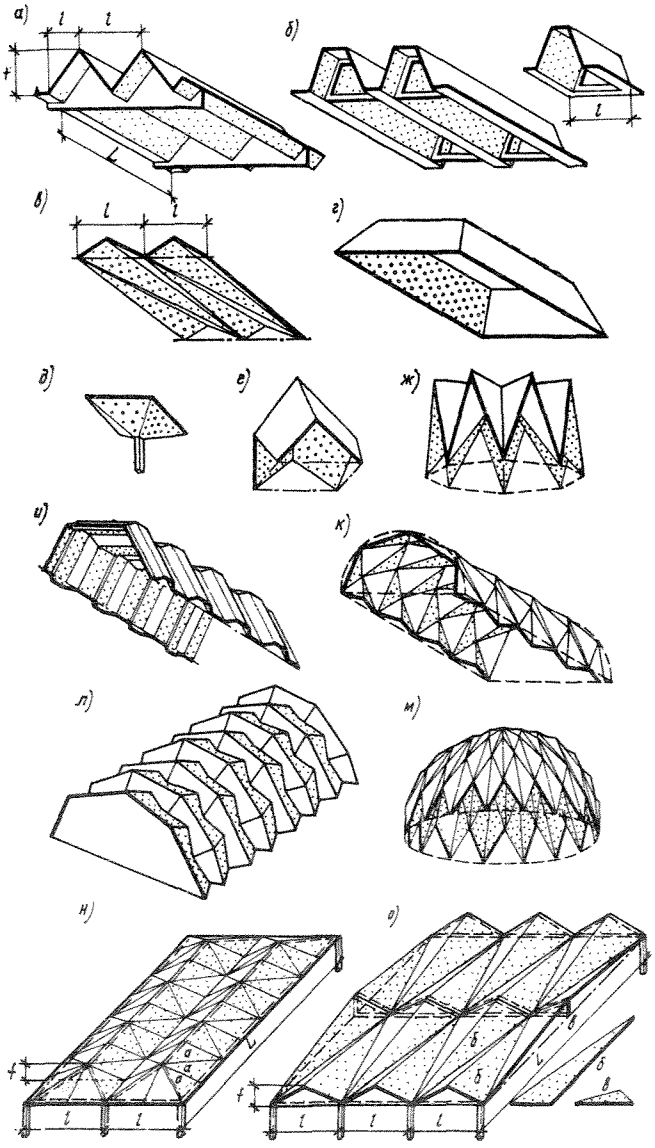


Рис. XII.24. Складки и шатры:

а, б — призматические пилообразные и трапецеидальные; *в* — пилообразные из треугольных плоскостей; *г* — шатер с плоским верхом; *д* — складка-капитель; *е* — складка-шатер со спущенными краями; *ж* — многогранный шатер; *и, к, л* — многогранные складчатые своды; *м* — многогранный складчатый купол; *н* — сборное складчатое призматическое покрытие (ПНР); *о* — сборная складка из плоских элементов (ГДР)

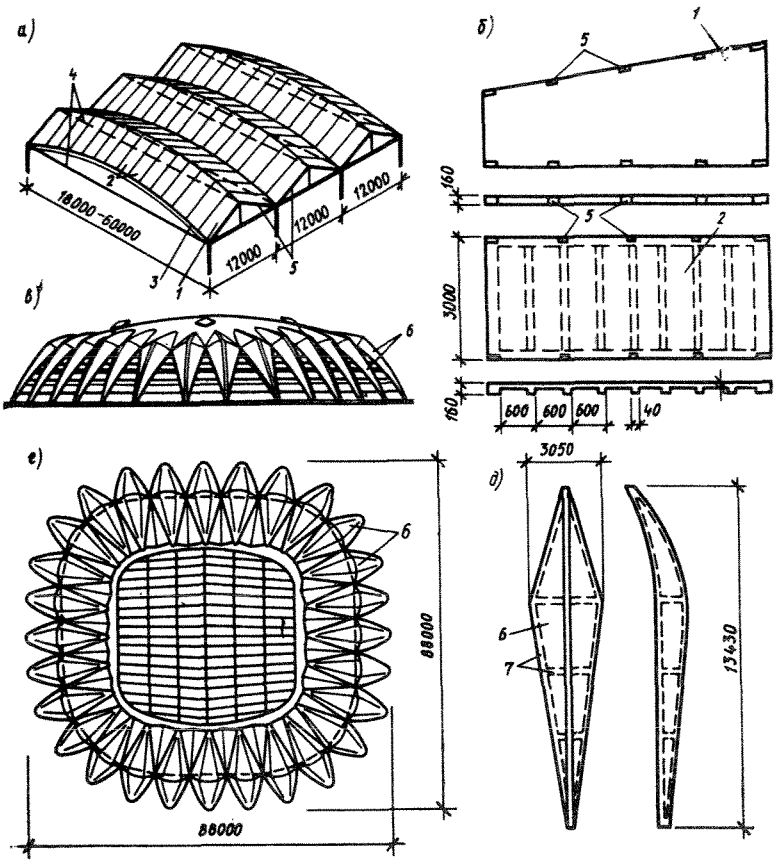


Рис. XII.25. Складки-оболочки:

а — сводчатая, собираемая из плоских элементов; *б* — плиты, применяемые в складке *а*; *в—д* — покрытие над универсальным спортзалом «Дружба» в Москве (*в* — фасад; *г* — вид сверху; *д* — опорная складка-оболочка); *1* — плита свода (опорная); *2* — рядовая плита свода; *3* — опорный контур; *4* — затяжки; *5* — закладные элементы в плитах; *6* — сборные опоры ромбовидных складчатых оболочек; *7* — ребра сборных элементов

ма, распор которой наподобие цилиндрических оболочек погашается боковыми гранями смежных складок; лишь крайние складки должны быть обеспечены соответствующими бортовыми элементами. По торцам призматических складок устанавливаются диафрагмы жесткости, которые повторяются и в пролете.

К непризматическим складкам относятся складки косоугольные со сходящимися гранями, шатровые, прямоугольного плана, с одинаковым уклоном граней со всех четырех сторон, сводчатые и купольные (рис. XII.24, *г—м*). Конструктивная высота длинномерных складок, как призматических, так и косоугольных, не должна быть меньше $^1/_{10}\ldots{}^1/_{15}$ главного пролета L: пролет L у таких складок обычно не превосходит 50 м, а в шатровых — 20 м.

Складки бывают монолитные и сборные, гладкие и ребристые. Монолитные складки выполняются обычно гладкими, с толщиной стенки не менее 5 см. Сборные выполняются из плоских плит, окаймленных ребрами, высота которых принимается $^1/_{100}\ldots{}^1/_{150}$ главного пролета, а толщина самой плиты принимается в 2...3 раза меньше, но не менее 3 см. При этом горизонтальные грани трапециевидных складок, которые воспринимают основные сжимающие усилия, обычно делаются в 1,5...2 раза толще, чем наклонные грани. Утолщение граней предусматривается также в местах их угловых соединений.

Складчатые покрытия могут образовывать своды с пролетами до 60 м и выше (рис. XII.25, *а*). В этом случае верхние и нижние опоры, собранные из плоских элементов, соединя-

ются затяжками, а в торцах предусматриваются треугольные опорные рамы. Сборные плиты таких сводов ребристые, прямоугольные.

Складки могут быть выполнены также и в комбинации с оболочкой, как это было осуществлено на олимпийском объекте «Дружба» в Москве (рис. XII.25, *б*).

Материалом для складок служит в основном железобетон, однако складки могут быть выполнены и из клееной древесины, и из металла. Металлические складки обычно изготовляют из стального листа, усиленного по краям уголком.

XII.8. Висячие системы покрытий

Висячие конструкции представляют собой один из наиболее экономичных видов покрытий, благодаря тому, что материал несущих конструкций работает исключительно на растяжение и несущая способность конструкций используется полностью.

Основным несущим элементом для висячих покрытий могут служить металлические канаты, тросы или, как обычно их называют, ванты, металлические полосы и целые листы, металлический прокат, синтетические и другие материалы.

Основной недостаток свободно провисающих несущих систем — неустойчивость их формы. Для предотвращения этого необходима стабилизация конструкций.

Стабилизацию висячих покрытий выполняют по-разному: а) путем пригрузки до достижения общей массы покрытия 1 кН/м² (100 кГ/м²), которую ветер не может вывернуть; б) путем «ужесточения» конструкции — приданием жесткости ее форме; в) посредством предварительного напряжения несущих тросов стабилизирующими тросами.

В связи с этим и различают следующие виды висячих покрытий, схемы которых даны на рис. XII.26:

а) **пригруженные,** у которых на свободно подвешенные ванты укладываются металлические или железобетонные балки, поверх которых кладут железобетонные плиты и элементы покрытия. Плиты могут быть уложены и непосредственно на ванты. Кроме того, любая висячая конструкция, вес которой превышает 1 кН/м², мо-

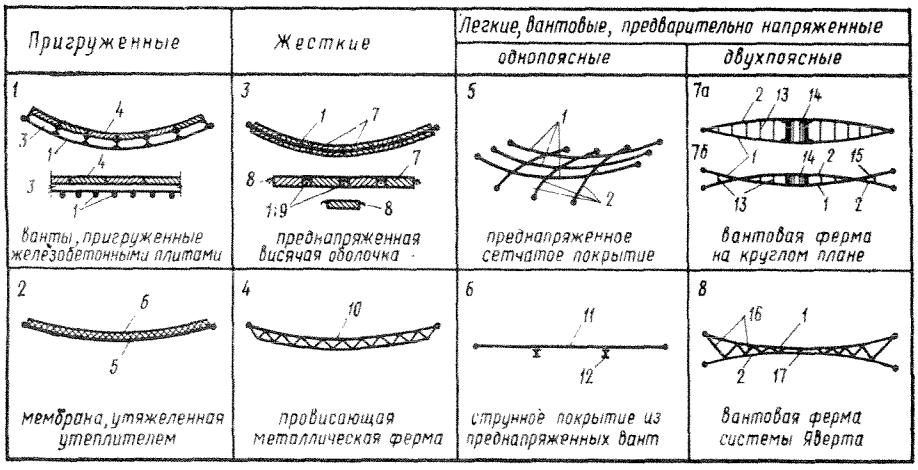


Рис. XII.26. Виды висячих покрытий:
1 — несущие ванты (всегда выгнуты книзу); *2* — предварительно напряженные, стабилизирующие ванты (всегда выгнуты кверху); *3* — балки; *4* — плиты покрытия; *5* — мембрана; *6* — утяжеляющий утеплитель; *7* — железобетонные плиты, подвешиваемые к вантам на крюках; *8* — крюки; *9* — швы между плитами, заполняемые бетоном под временной пригрузкой покрытия; *10* — провисающая ферма; *11* — ванта-струна; *12* — промежуточные опоры для свободного опирания струи; *13* — распорки; *14* — центральный барабан; *15* — растяжки; *16* — диагональные растяжки; *17* — узел соединения несущей и стабилизирующей вант

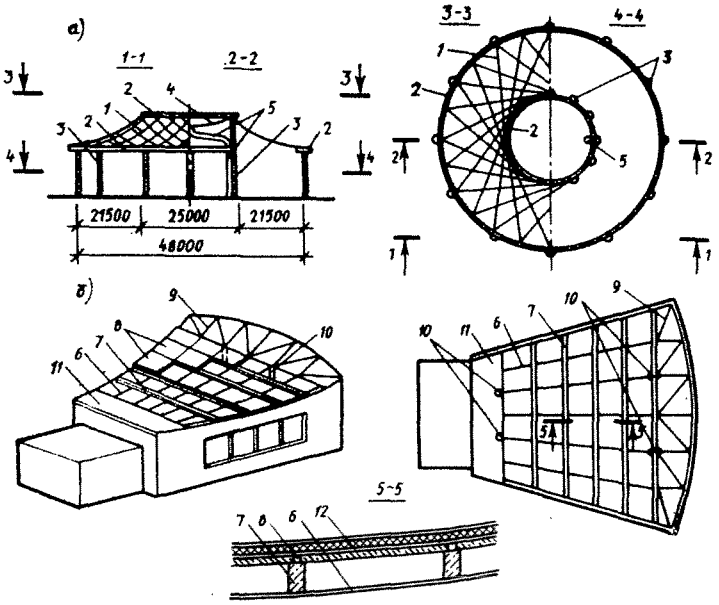


Рис. XII.27. Типы пригруженных покрытий:

а — покрытие по В. Г. Шухову (1898 г.); *б* — покрытие из вант, балок и железобетонных плит (ФРГ, 1950 г.); *1* — сетка из металлических полос; *2* — опорные кольца; *3* — стойки; *4* — провисающая мембрана; *5* — водоотвод; *6* — ванты; *7* — балки; *8* — сборные железобетонные плиты; *9* — ферма, воспринимающая распор от вант и передающая его на боковые стены; *10* — колонны под нижним поясом горизонтальной фермы; *11* — плита, воспринимающая распор от вант и передающая его на боковые стены; *12* — кровля

жет тоже считаться пригруженной. К такой, например, можно отнести первые висячие покрытия, построенные по проекту В. Г. Шухова и состоящие из тяжелых металлических лент, покрытых сверху железными листами (рис. XII.27).

б) **«ужесточенными»** считают такие висячие системы, жесткость которых препятствует возникновению недопустимых кинематических и упругих деформаций. Сюда относятся в основном висячие предварительно напряженные оболочки (рис. XII.28, XII.29), а также провисающие балки и фермы, очертание которых заранее согласовано с очертанием провисающей, свободно подвешенной нити. *Висячие оболочки* применяют круглой, овальной и прямоугольной форм в плане. Висячие предварительно напряженные оболочки обычно выполняют из железобетонных плит, которые навешивают на ванты с помощью крюков, выпущенных из торцов этих плит. Затем плиты пригружают временными нагрузками, швы между плитами заполняют бетоном и после его затвердения временные нагрузки снимают. При этом ванты, растянутые под пригрузкой, стремясь сжаться, создают в висячей оболочке предварительное напряжение. Предварительное напряжение висячих оболочек может быть выполнено и без пригрузки. Для этого после замоноличивания швов ванты, заранее заложенные в специальные трубки, натягивают домкратами, а трубки после закрепления концов винт заполняют цементным раствором.

Круглые в плане висячие оболочки, как и другие висячие покрытия круглого плана, имеют то преимущество, что распор от покрытия погашается в круглом опорном контуре, превращая конструкцию во внешне безраспорную. Это упрощает устройство опорных стоек или стен и фундаментов под ними. В то же время при чашеобразном покрытии водоотводные трубы подвешиваются в помещении под ним, что не украшает интерьер.

В висячей оболочке на круглом плане можно достичь уклона к периметру при наличии центральной опоры, возвышающейся над наружным опорным кольцом. В висячих оболочках над зданиями прямоугольного плана не встречается затруднений с

отводом воды, которая при небольших уклонах кровли свободно стекает к торцам здания. В таких оболочках другие сложности — в каждом отдельном случае приходится находить особое, наиболее удобное решение для восприятия и передачи в грунт распора, возникающего в оболочке. При строительстве гаража в Красноярске такое решение нашли, устроив опоры в виде стоек с оттяжками, заанкеренными в грунт. Ограждение в этом случае установили наклонно в плоскости оттяжек. Пространство между наклонным ограждением и стойками было использовано для размещения вспомогательных служб и мастерских (рис. XII.29, *а*).

В зданиях вокзала в Чантили, вблизи Вашингтона, и рынка на Подоле в Киеве были использованы наклонные стойки, уклон которых примерно совпадал с направлением равнодействующих от распора и вертикальной составляющей реакции (рис. XII.29, *б*).

Особое положение в висячих покрытиях занимают легкие вантовые, предварительно напряженные конструкции, вес которых обычно значительно меньше 1 кН/м² и устойчивость которых обеспечивается лишь за счет предварительного напряжения конструкции покрытия. Такие покрытия выполняются в двух вариантах: как *однопоясные* конструкции (или предва-

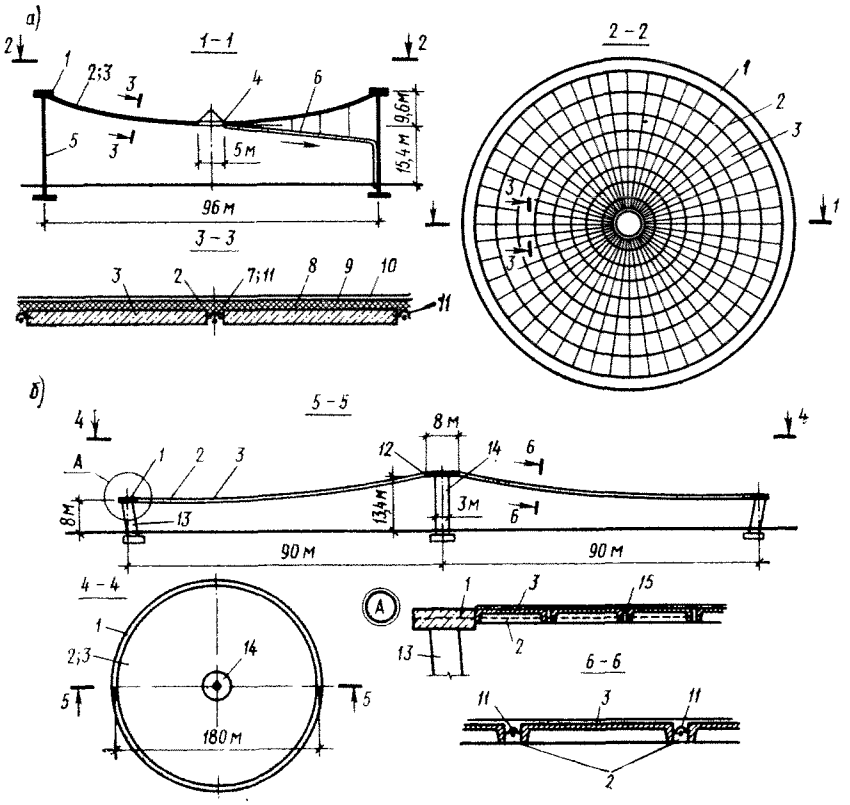


Рис. XII.28. Висячие оболочки:

а — висячая сборная оболочка на круглом плане (спортарена в Монтевидео); *б* — висячая сборная оболочка с опорой в центре (гараж, г. Киев); *1* — опорный контур; *2* — несущие ванты; *3* — плиты, подвешенные к вантам на крюках; *4* — центральное кольцо с фонарем; *5* — стена под опорным контуром; *6* — водоотвод; *7* — швов между плитами, заполняемый бетоном при временной пригрузке покрытия; *8* — пароизоляция; *9* — утеплитель; *10* — гидроизоляция; *11* — крюк для подвешивания плит к вантам; *12* — центральная железобетонная плита для крепления вант; *13* — колонны по периметру здания; *14* — центральная опора; *15* — поперечные швы между плитами

рительно напряженные *вантовые сетки*) и как *двухпоясные* (или предварительно напряженные *вантовые фермы*). И в тех и в других конструкциях различаем два вида вант: *несущие,* которые всегда выгнуты книзу и предварительно напряженные — *стабилизирующие,* которые всегда выгнуты кверху.

В сетчатом предварительно напряженном покрытии в г. Ралей (США) в качестве опорного контура покрытия были использованы две пересекающиеся наклонные арки, которые сами поддерживались натянутой сеткой, а стабилизировались оттяжками — стойками, заанкеренными в землю. Распор в этой конструкции воспринимался арками и передавался на арочные опоры (рис. XII.30). По тому же принципу построены покрытия над певческими эстрадами в Таллинне и Вильнюсе.

Особый вид представляют собой сетчатые покрытия, которые натянуты не на жесткий опорный контур, а на гибкие контурные тросы, именуемые *тросами-подборами,* которые опираются на стойки с *оттяжками,* а в другом направлении притянуты к анкерам. Комбинируя стойки и анкеры, к которым крепится вантовая сеть, можно покрыть большую площадь, как это было сделано в павильоне ФРГ на Международной выставке 1967 г. в Монреале (Канада).

Вантовые фермы можно возводить как на круглом, так и на прямоугольном плане: они представляют собой двухпоясные предварительно напряженные вантовые системы. При круглом варианте в центре покрытия находится барабан, состоящий из двух растянутых металлических колец, верхнего и нижнего, соединенных между собой стойками или металлической стенкой. К нижнему кольцу крепятся несущие ванты, к верхнему — стабилизирующие, предварительно напряженные; между вантами устанавливаются распорки, а сами ванты с наружной стороны покрытия закрепляются в контурное сжатое кольцо, выполняемое обычно из железобетона. Такое вантовое покрытие получило название «велосипедное колесо» (рис. XII.31, *а*).

В дальнейшем этот вид покрытия получил некоторое усовершенствование: покрытие над спортзалом «Юби-

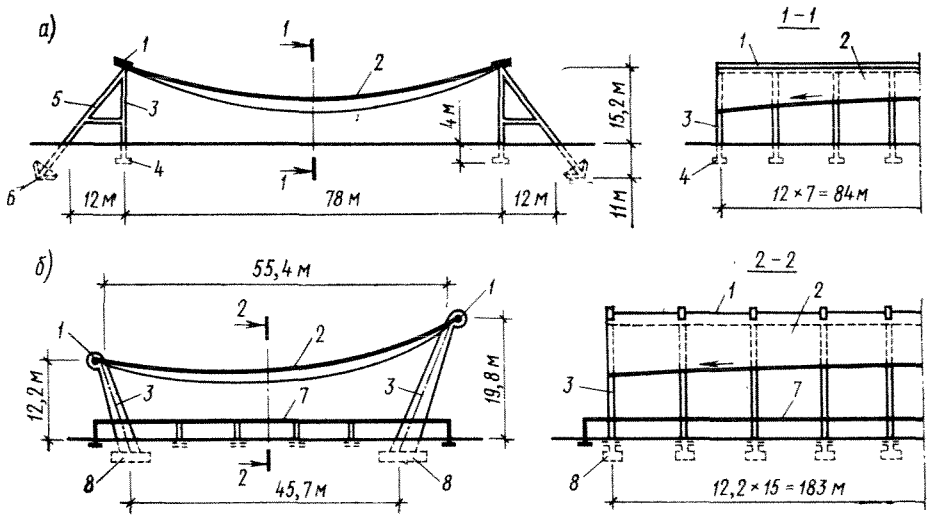


Рис. XII.29. Висячие оболочки на прямоугольном плане:

а — над гаражом в г. Красноярске; *б* — оболочка над аэровокзалом в Чантили (США); *1* — опорный контур; *2* — висячая оболочка; *3* — опориая стойка; *4* — фундамент; *5* — оттяжка, обетоненная как наклонная стойка; *6* — анкер; *7* — перекрытие внутри здания; *8* — фундаменты под наклонными стойками

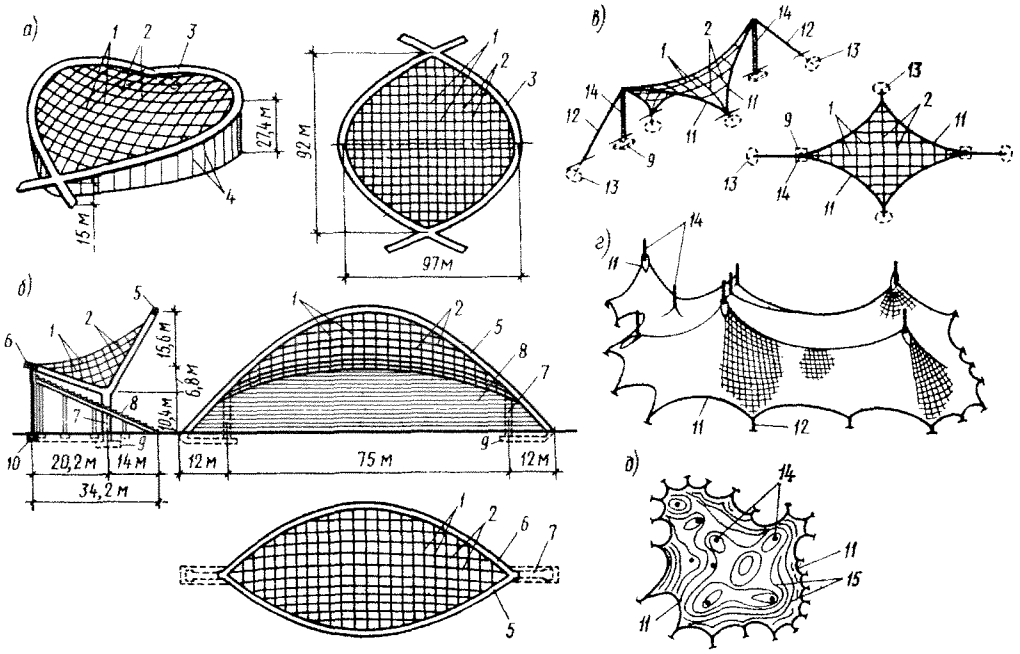


Рис. XII.30. Однопоясные, сетчатые, вантовые покрытия:

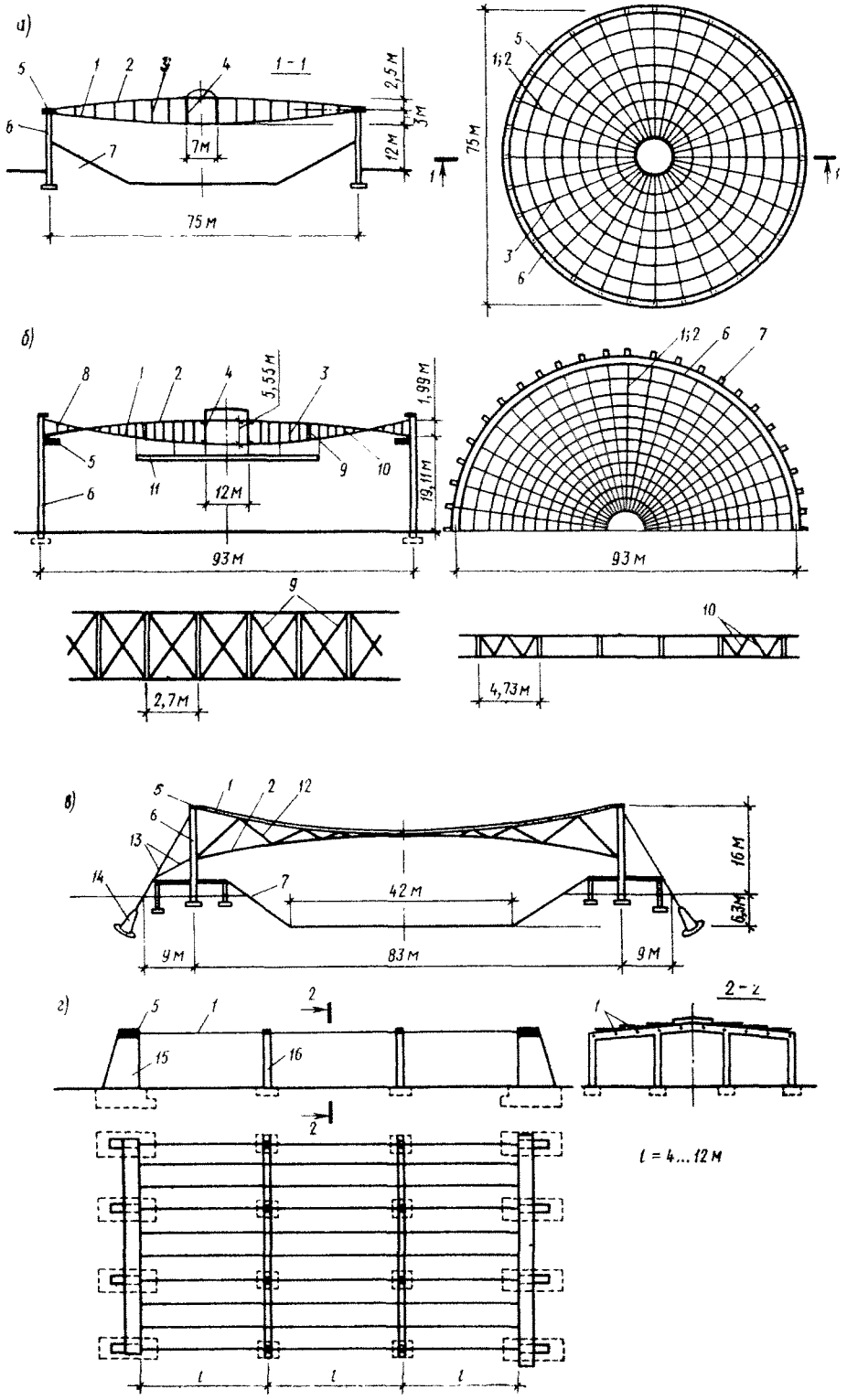
а — покрытие арены в США; *б* — покрытие певческой эстрады в Таллинне; *в* — вантовая предварительно напряженная сетка с тросами-подборами; *г* — сетчатое, многомачтовое покрытие выставочного павильона ФРГ в Монреале; *д* — его план с горизонталями; *1* — несущие ванты; *2* — предварительно напряженные, стабилизирующие ванты; *3* — две пересекающиеся наклонные арки — опорный контур; *4* — оттяжки, используемые как каркас ограждения; *5* — передняя наклонная арка; *6* — задняя опорная арка, опертая на стену; *7* — опоры; *8* — трибуны; *9* — фундаменты; *10* — фундамент под стену; *11* — тросы-подборы; *12* — оттяжки; *13* — анкеры; *14* — мачты под верхнее опирание тросов-подборов; *15* — горизонтали покрытия

лейный» в Ленинграде имеет несущие и стабилизирующие ванты, которые пересекаются в пролете (рис. XII.31, *б*). Это позволило уменьшить высоту покрытия почти в два раза по сравнению с системами с непересекающимися вантами, без уменьшения стрел провисания несущих и стабилизирующих вант.

Струнные конструкции состоят из вант, сильно натянутых на массивные торцевые опоры и покрытых легкими металлическими листами кровли. Для уменьшения прогиба струны на всем протяжении между торцевыми опорами подперты рамами, установленными с шагом до 12 м. При такой конструкции прогибы покрытия не превышают $^1/_{50}\ldots{}^1/_{100}$ шага промежуточных опор. Такая конструкция используется для покрытия складов и длинных вокзальных перронов (рис. XII.31, *г*).

Мембранные покрытия, состоящие из свободно провисающих или предварительно натянутых металлических листов, имеют то преимущество перед вантовыми конструкциями, что мембраны являются одновременно и несущей, и ограждающей конструкцией. В то же время к недостаткам мембранных покрытий следует отнести больший расход металла, чем в вантовых конструкциях.

В Советском Союзе мембранные покрытия применены на нескольких олимпийских объектах в Москве. Так, ими покрыт главный крытый Олимпийский стадион на проспекте Мира. Здесь мембранное покрытие использовано совместно с провисающими фермами, расположенными радиально над овальным контуром стадиона. Они предназначены для монтажа мембран и придания жесткости по-


а)
1 - 1
2,5 м
3 м
12 м
7м
75 м
75 м
1;2
3
6
б)
5,55 м
1,99 м
19,11 м
12м
93 м
93 м
9
2,7м
10
4,73м
в)
16 м
6,3м
42 м
9м
83 м
9м
г)
2 - 2
15
16
l = 4... 12 м
l
l
l

крытию. Наружным концом фермы крепятся к внешнему железобетонному контуру, а внутренним — к центральной металлической платформе с растянутым овальным контуром. Над верхними поясами ферм натянута металлическая мембрана — несущий элемент кровли.

Другой принцип стабилизации мембраны применен в универсальном спортзале в Измайлове. Металлический лист закреплен в прямоугольном (в плане) опорном коитуре (рис. XII.32, *а*). Отвод воды с этой провисающей мембраны осуществляется за счет высоких отметок диагональных металлических лент, т. е. меньшей стрелы провисания этих лент, на которые опирается мембрана. Такая свободно провисающая мембрана пригружена утеплителем и гидроизоляционным ковром, вес которых обеспечивают ее устойчивость при воздействии ветра.

Третий тип мембранного покрытия смонтирован над велотреком в Крылатском. Оно состоит из двух мембран двоякой кривизны, натянутых на пересекающиеся металлические арки. Внутренние арки связаны между собой металлическими фермами, пространство между которыми служит для освещения велотрека дневным светом (рис. XII.32, *б*).

Помимо металла висячие конструкции могут быть выполнены и из дерева, что особенно важно для районов, богатых лесом. Пример такого решения приведен на рис. XII.32, *в*. Покрытие состоит из провисающих деревянных ребер, один конец которых шарнирно прикреплен к деревянной арке, расположенной над серединой зала, а другой конец опирается на криволинейный опорный контур, тоже из дерева. На ребра уложены доски, которые вместе с утеплителем и гидроизоляционным ковром образуют кровлю над спортзалом.

Важным элементом висячих покрытий является опорный контур. Обычно опорный контур имеет прямоугольное сечение и изготовляется из железобетона, как монолитного, так и сборного. При круглом и овальном планах контура его ширину принимают от $^1/_{40}$ до $^1/_{60}$ пролета, а высоту — от $^1/_2$ до $^1/_4$ ширины. Ширина прямолинейного опорного контура принимается от $^1/_8$ до $^1/_{15}$ расстояния между опорами, а высота — от $^1/_{1,5}$ до $^1/_3$ ширины. Указанные величины могут быть приняты как предварительные и уточнены расчетами. Опорный контур служит для крепления висячего покрытия, передающего на него растягивающие усилия. Провисающие фермы обычно крепятся к нему на шарнирах. Мембраны могут привариваться к стержням, которые затем крепятся к контуру подобно вантам. Крепление вант может быть выполнено «намертво», т. е. без регулирования натяжения, или с возможностью такого регулирования.

При устройстве натяжных устройств, позволяющих подтягивать ванты, придавая им требуемое напряжение, применяют несколько способов: закрепление вант в шарнирах и натяжение с помощью муфт; пропуск вант через опорный контур и упор в него снаружи с помощью натяжных гаек и т. п.

Крепление покрытия к вантам выполняется несколькими способами в зависимости от вида покрытия. Если покрытие светопрозрачное и состоит из синтетических листов, армированных проволокой, то крепление их выполняется обычными проволочными скрутками. При этом, чтобы предот-

Рис. XII.31. Двухпоясные, предварительно напряженные и струнные покрытия:

а — двухпоясное на круглом плане над аудиторней (США); *б* — то же, над Дворцом спорта «Юбилейный» в Ленинграде; *в* — двухпоясное на прямоугольном плане над Дворцом спорта в Стокгольме; *г* — струнное покрытие; *1* — несущие ванты; *2* — стабилизирующие ванты; *3* — распорки; *4* — центральный барабан с фонарем; *5* — опорный контур; *6* — стойки; *7* — трибуны; *8* — оттяжки; *9, 10* — кольцевые связи жесткости; *11* — подвешенная платформа для оборудования; *12* — диагональные растяжки; *13* — оттяжки; *14* — анкеры; *15* — массивные крайние опоры для натяжения струн; *16* — промежуточные поддерживающие опоры

вратить протекание через проделанные для скруток отверстия, сверху наклеивается еще один слой неармированного синтетического листа (рис. XII.33).

Если в покрытии применен стальной или алюминиевый лист гофрированный, с утеплителем или без него, крепление выполняется с помощью стержней, приваренных к листу. При закругленных гофрах крепление может быть осуществлено крюками, пропущенными через верхнюю волну гофры, над которой устанавливается гайка с резиновой шайбой, закрывающей отверстие.

Покрытие из трехслойных утепленных панелей крепится на прокладке из гетинакса, закрепляемой на пластинках, одновременно скрепляющих и пересечение вант. При этом верхние пластины панелей могут свариваться.

Покрытие типа висячей оболочки монтируют на крюках, на которых сборные железобетонные плиты под-

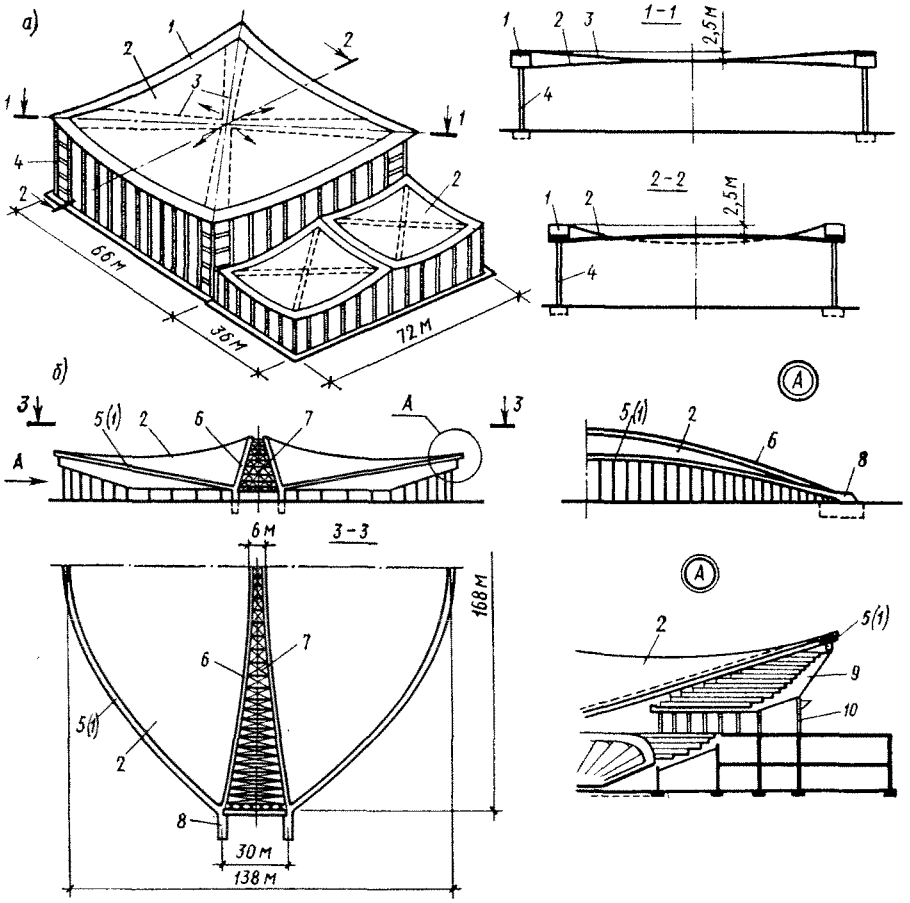


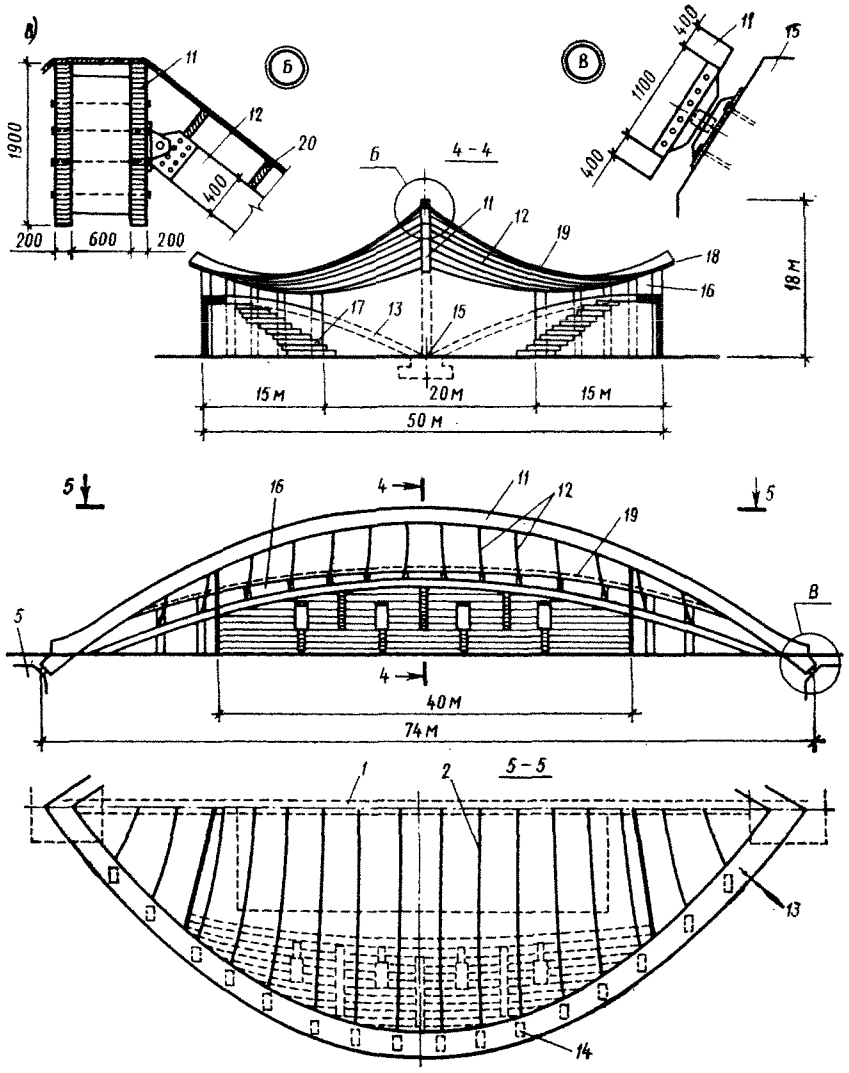
Рис. XII.32. Мембраинные покрытия, деревянное висячее покрытие:

а — мембранное покрытие универсальиого спортзала в Москве; *б* — велотрек в Крылатском; *в* — деревянное висячее покрытие над спортзалом (Франция); *1* — опорный контур; *2* — мембрана; *3* — усиление мембраны в целях получения уклона кровли к пернферии; *4* — стойки под опорным контуром; *5* — наклоиная арка, опертая на колонны; *6* — центральные металлические арки; *7* — связи между центральными арками; *8* — опоры арок; *9* — трнбуны; *10* — стойки под трибунами; *11* — центральная арка из клееной древесины; *12* — поперечные провисающие ребра; *13* — опорный железобетонный контур; *14* — колонны, поддержнвающие опорный контур; *15* — фундаменты под центральной аркой; *16* — световые проемы между колоинамн; *17* — трибуны; *18* — деревяниые опорные арки над железобетоиным опорным контуром; *19* — дощатое покрытие по поперечным провисающим ребрам; *20* — продольные ребра под дощатым покрытием

вешивают к несущим тросам. В швах между панелями, в которых несущих тросов нет, панели соединяют с помощью выпущенной из бетона арматуры, которую сваривают.

Панели временно пригружаются, и швы между ними замоноличиваются. После затвердения бетона в швах временная нагрузка снимается и тросы, растянутые под временной нагрузкой, стремясь сжаться, обжимают железобетонное висячее покрытие, превращая его в предварительную напряженную висячую оболочку.

Важным конструктивным моментом у всех висячих покрытий является восприятие распора. В конструкциях с круглым или овальным в плане контуром распор полностью в нем погашается; контур в основном работает на сжатие и лишь при отдельных неравномерных положениях нагрузки воспринимает также и некоторые изгибающие моменты. Такая конструкция висячего покрытия внешне без-



Продолжение рис. XII.32

распорная, т. е. вертикальные опоры воспринимают вертикальные усилия.

Иначе обстоит дело с прямолинейным контуром. Опоры здесь воспринимают от покрытия как вертикальные нагрузки, так и распор, передавая равнодействующую от этих усилий на фундамент. В этих случаях часто опорам придают наклонную форму, с тем чтобы равнодействующая проходила возможно ближе к оси опоры при разных положениях нагрузки на покрытии (рис. XII.34, *а, ж*).

Большие значения распора при горизонтальной подошве фундамента могут вызвать сдвижку фундамента вдоль плоскости подошвы; чтобы этого не произошло, иногда приходится давать соответствующий уклон подошве фундамента. В тех случаях, когда проект сооружения позволяет соединить противолежащие фундаменты железобетонными ребрами или распорками, горизонтальные усилия в фундаментах могут быть ими погашены.

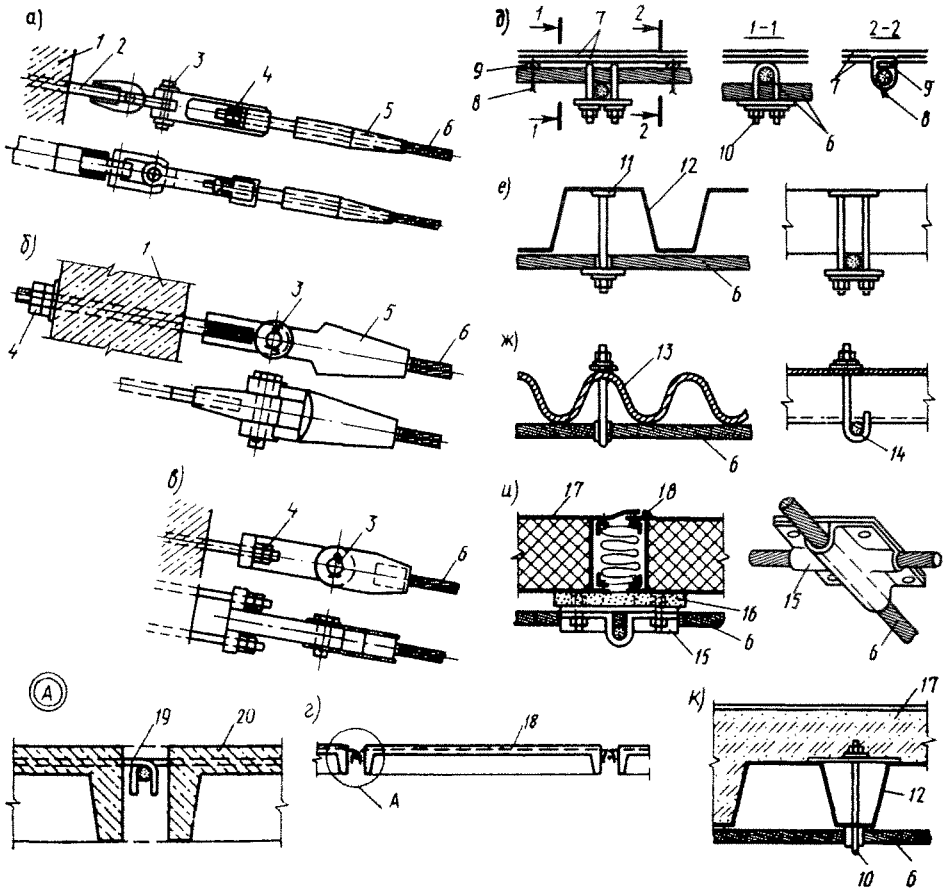


Рис. XII.33. Детали висячих покрытий:

а—г — варианты креплений тросов к опорному контуру; *д—ж* — неутепленные покрытия; *и, к* — утепленные покрытия; *1* — опорный контур; *2* — анкер; *3* — цилиндрический шарнир; *4* — двойные натяжные гайки; *5* — гильза для анкеровки тросов; *6* — трос; *7* — армированная, синтетическая светопрозрачная пленка; *8* — проволочная скрутка; *9* — выравнивающая прокладка; *10* — крюк с нарезкой; *11* — приваренные стержни с нарезкой; *12* — стальной профнастил; *13* — асбестоцементные плиты унифицированного профиля; *14* — кляммеры; *15* — профилированные прижимные стальные пластины; *16* — прокладка из гетинакса; *17* — алюминиевый лист; *18* — наваренный шов; *19* — крюк (выпуск арматуры); *20* — железобетонная плита

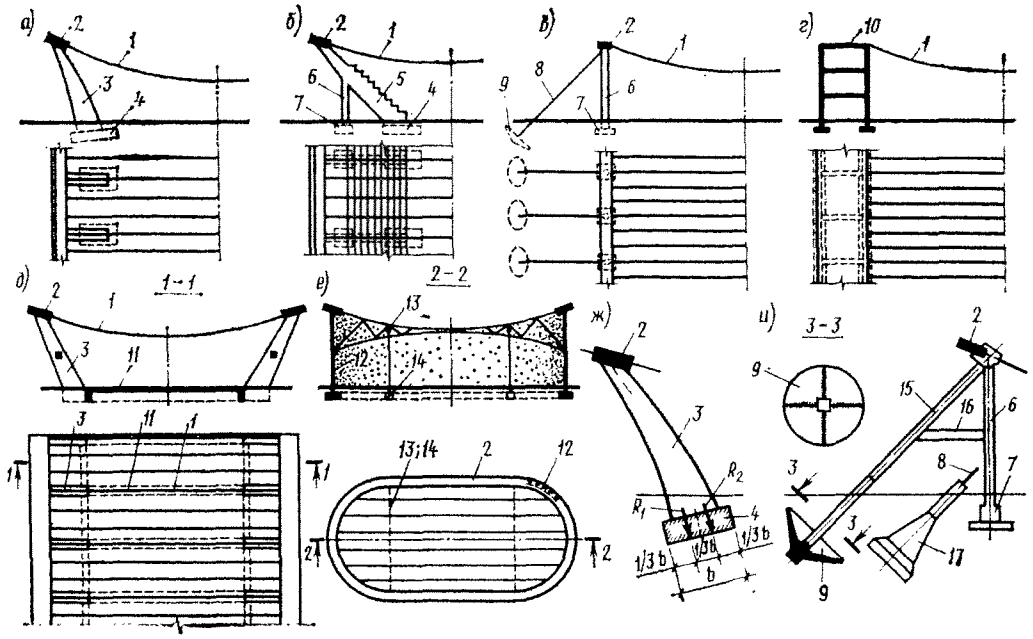


Рис. XII.34. Опирание вант и учет распора:

а — наклонная опора; *б* — то же, с использованием опоры под трибуну; *в* — опора с оттяжкой; *г* — примыкающая рама в качестве опоры; *д* — распор, уравновешенный в смыкающихся фундаментах; *е* — распор, воспринимаемый вертикально поставленными сводами с затяжками; *ж* — крайние положения равнодействующих в фундаменте при условии отсутствия в его подошве растягивающих усилий; *и* — два варианта анкеров под оттяжку; *1* — несущая ванта; *2* — опорный контур; *3* — наклонная опора с изогнутой осью, соответствующей положениям равнодействующих; *4* — фундамент; *5* — наклонная опора, используемая в качестве несущей конструкции трибун; *6* — стойка-подпорка; *7* — фундамент под ней; *8* — оттяжка; *9* — тарельчатый анкер; *10* — рама; *11* — ребра, соединяющие противолежащие фундаменты; *12* — овальные торцовые стены, работающие как вертикально поставленные своды; *13* — верхняя затяжка этого свода; *14* — нижняя затяжка; *15* — обетонениая оттяжка; *16* — соединительная перемычка; *17* — пирамидальный анкер

На рис. XII.34, *е* приводится пример рационального погашения распора от покрытия в здании с закругленными торцами, представляющими собой вертикально поставленные своды. В местах перехода этих сводов — криволинейной стены в прямолинейную — они стянуты затяжками, погашающими в сводах распор, поэтому горизонтальные усилия от висячего покрытия передаются на стены и на фундамент и погашаются в нем встречными направлениями этих усилий, вследствие чего весь ленточный фундамент под наружными стенами сооружения работает как обычный, безраспорный.

Подвешенные конструкции — это жесткие несущие конструкции, подвешенные на вантах, находящихся над ними. Различают три основных вида подвешенных покрытий: мачтовые, башенные и мостовые (рис. XII.35).

Стабилизация мачтовых покрытий, представляющих обычно металлический каркас с легким заполнением, выполняется с помощью оттяжек, заанкеренных в грунт. Стабилизация башенных подвешенных покрытий обычно обеспечивается массой самого покрытия, подвешенного к достаточно массивной башне. Жесткое железобетонное мостовое покрытие поддерживается подвесками, закрепленными к вантам по аналогии с несущими вантами висячих мостов. Такая конструкция требует устройства мощных опорных устоев, сильно удорожающих конструкцию в целом, и очень веского технологического обоснования.

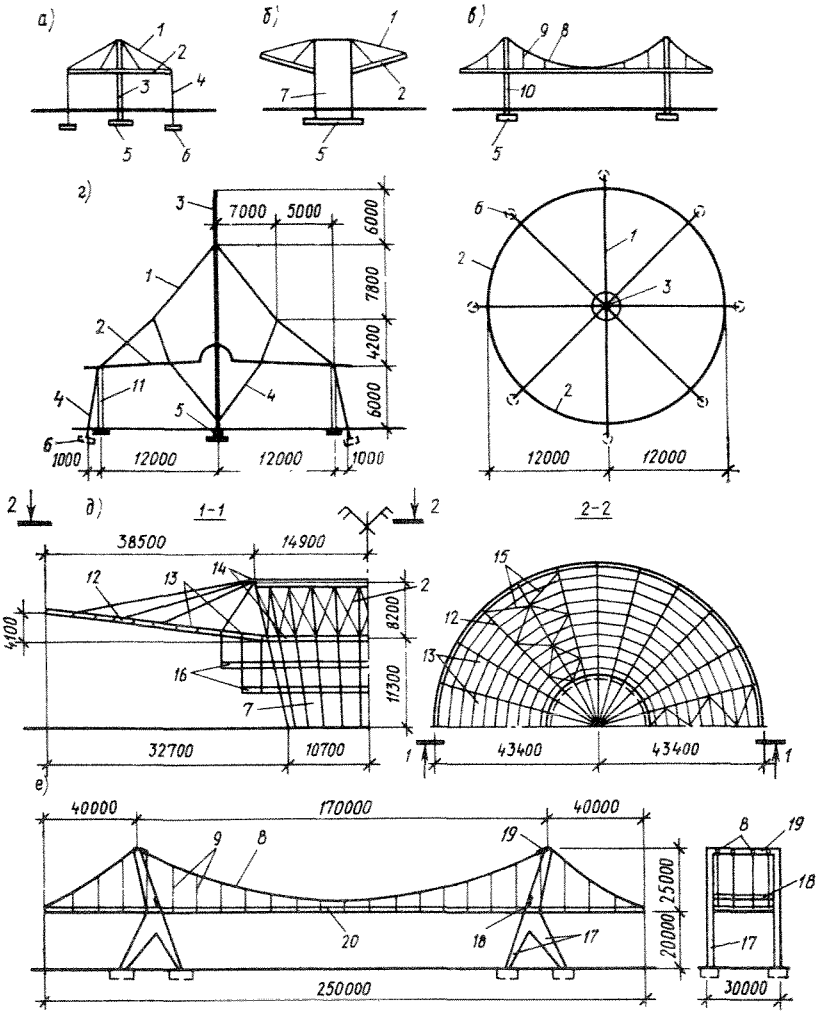


Рис. XII.35. Подвешенные на вантах жесткие покрытия:

а, г — с мачтовой опорой; *б, д* — с башенной; *в, е* — с мостовыми опорами; *1* — несущие ванты; *2* — диск покрытия; *3* — опорная мачта; *4* — ванты-оттяжки; *5* — фундамент; *6* — анкеры; *7* — башенная опора; *8* — главные несущие ванты; *9* — подвески; *10* — мостовые опоры; *11* — самонесущие стены; *12* — жесткие ребра, подвешенные с помощью вант-оттяжек; *13* — плиты, уложенные по ребрам; *14* — опоясывающие кольца, верхнее растянутое и нижнее сжатое; *15* — связи; *16* — подвешенные галереи; *17* — стойки наклонной рамы; *18* — нижний ригель рамы; *19* — верхний ригель рамы с крепленнем на нем главных несущих мостовых вант; *20* — диск покрытия

XII.9. Пневматические и тентовые покрытия

Пневматическими конструкциями называют мягкие оболочки, несущие функции которых обеспечиваются воздухом, находящимся внутри них под некоторым избыточным давлением. Материалом для таких покрытий служит воздухонепроницаемая ткань, синтетическая, обычно армированная, пленка.

Большие преимущества пневматических конструкций перед другими видами покрытий заключаются в небольшом весе и объеме, которые они имеют в ненадутом воздухом состоянии. Это значительно облегчает их

транспортировку и монтаж, который проводится без сложного строительного оборудования.

Все пневматические конструкции покрытий можно разделить на две резко различающиеся между собой группы: на *воздухоопорные* оболочки и *воздухонесомые* покрытия. Избыточное давление воздуха у первых находится под покрытием, а у вторых оно находится только в несущих пневмобаллонах (рис. XII.36, *а—е*).

Воздухоопорные оболочки чаще всего применяют цилиндрической или сферической формы.

Воздухонесомые покрытия — это *пневмокаркасы, пневмоматы* и *пневмолинзы*. Пневмокаркасы и пневмоматы наиболее рационально используются в форме арок, а пневмолинзы — в форме чечевицы или подушки.

Цилиндрические воздухоопорные оболочки выполняются обычно со стрелой подъема, равной от $^3/_8$ до $^1/_2$ пролета. Торцы заканчиваются либо сферической, либо цилиндрической поверхностью. Каждая такая оболочка состоит из следующих основных частей: шлюзов для перехода, оболочки, под которой находится избыточное давление воздуха, и вентилятора, поддерживающего это давление. Шлюзы обычно выполняют в виде легкого металлического каркаса, обтянутого той же тканью, из которой сделана оболочка. Соединяется ткань шлюза с тканью оболочки с помощью переходника, т. е. ткани соответствующего раскроя. Освещаются помещения под пневмооболочками дневным светом через светопрозрачные вставки из соответствующих синтетических пленок. В нижней части оболочки устраивается так называемый силовой пояс, с помощью которого оболочка крепится к основанию.

Избыточное давление под оболочкой обычно не превышает 500 Н/м^2, что человек, как правило, не ощущает. Для поддержания такого давления достаточно иметь один работающий вентилятор. Если при этом необходимо обогревать помещение под оболочкой, то это выполняется калориферами, подающими теплый воздух. В целях уменьшения утечки воздуха, особенно из-под силового пояса, с его обеих сторон у основания предусматриваются фартуки из той же ткани. Наружный фартук присыпается землей, а внутренний помещается под поверхностью пола (рис. XII.37).

При соединении отдельных секций на строительстве пневмооболочки применяют монтажные швы, такие, например, как петельно-тросовый, накладной и др. Секции с внутренней и наружной сторон снабжены фартуками, причем наружный фартук находится только у одной секции, которым закрывается сверху петельный шов, пристегиваясь ко второй секции с помощью кнопок.

Крепление воздухоопорной оболочки к основанию выполняется несколькими способами по рис. XII.38. На ленточных бетонных фундаментах крепление оболочки удобнее всего выполнять, используя прижимные пластины, надежно скрепленные с фундаментом. Временное одноразовое крепление оболочки к грунту выполняется анкерами в виде штырей, штопоров и винтовых

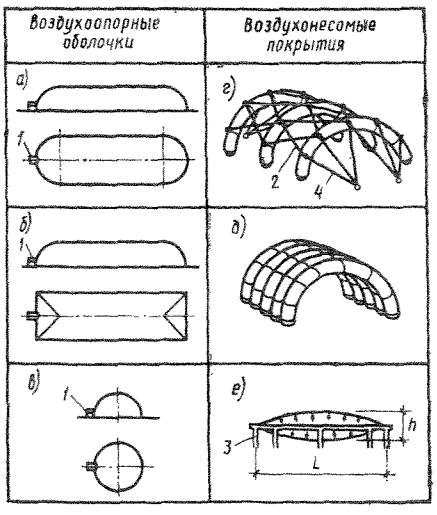


Рис. XII.36. Основные виды пневматических покрытий:

1 — шлюз; *2* — растяжки между пневмоарками; *3* — стойки, поддерживающие пневмолинзу; *4* — оттяжки

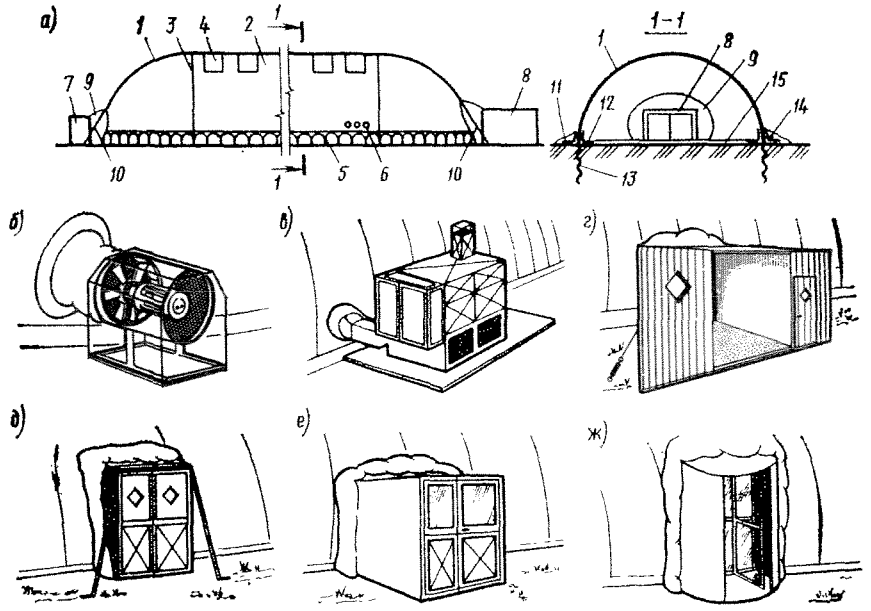


Рис. XII.37. Воздухоопорные оболочки и их элементы:

а — воздухоопорная оболочка; *б* — вентилятор, подающий воздух под оболочку; *в* — калорифер, подающий нагретый воздух; *г* — грузовой шлюз; *д* — шлюз, выдвинутый под оболочку; *е* — то же, снаружи оболочки; *ж* — шлюз с турникетом; *1* — торцевая секция оболочки; *2* — средняя секция; *3* — монтажный шов; *4* — светопрозрачные вставки; *5* — силовой, катенарный пояс; *6* — патрубки для подачи воздуха под оболочку; *7* — шлюз для людей; *8* — грузовой шлюз; *9* — переходники; *10* — разгружающий трос; *11, 12* — фартуки, наружный и внутренний; *13* — анкер; *14* — присыпка; *15* — пол

свай в зависимости от размеров сооружения. Все эти анкеры имеют сверху проушины, через которые производится привязка к ним силового пояса оболочки.

Из воздухонесомых пневматических конструкций чаще всего применяют конструкции *пневмоарочные*. Они состоят из баллонов, наполненных воздухом с избыточным давлением до 100 кН/м², которые служат несущими конструкциями для водонепроницаемой ткани самого покрытия. Для придания аркам устойчивости они рас-

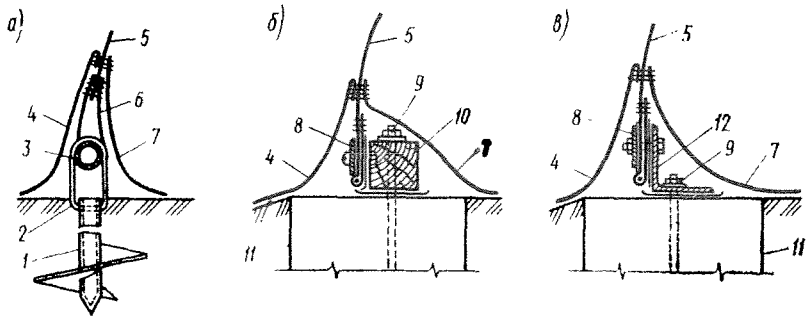


Рис. XII.38 Узлы воздухоопорной оболочки:

а — крепление оболочки к анкерным сваям, *б, в* — крепления к ленточным фундаментам; *1* — винтовая свая-анкер; *2* — серьга; *3* — распределительный натяжной элемент; *4* — фартук наружный; *5* — оболочка; *6* — ее кромка; *7* — фартук внутренний; *8* — прижимная планка; *9* — болт (анкер); *10* — брус из дерева; *11* — бетонный фундамент; *12* — металлический уголок

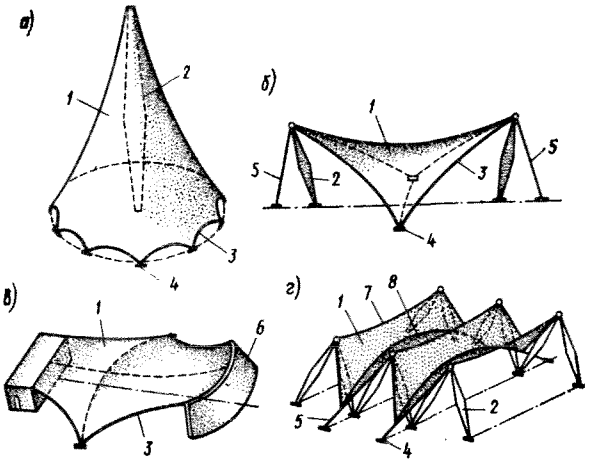


Рис. XII.39. Тентовые покрытия:

а — конусообразное; *б* — с поверхностью гипара; *в* — на опорных арках; *г* — многоопорное с поверхностью гипаров; *1* — тент; *2* — стойка; *3* — трос или шнур-подбор; *4* — крепление к анкерам; *5* — оттяжка; *6* — наклонные опорные арки; *7* — опорный трос; *8* — накладной, предварительно натянутый трос

крепляются растяжками, к которым затем крепится водонепроницаемая ткань. Может быть принято и другое решение, когда к аркам попарно пришивается водонепроницаемая ткань, образуя секции, из которых затем монтируется пневмоарочное покрытие.

Достоинство пневмоарочных покрытий перед воздухоопорными оболочками заключается в отсутствии шлюзов, в отсутствии необходимости в непрерывной подаче воздуха под покрытие, в отсутствии опасности падения всего покрытия только при одном прорезе оболочки. В то же время пневмоарочное покрытие уступает воздухоопорной оболочке по стоимости конструкции, быстроте монтажа и необходимости в более мощном агрегате для создания избыточного давления внутри арки, который работает по мере необходимости. Раскрепляются пневмоарки между собой с помощью тросов или шнуров, пропущенных через мягкие петли, пришитые к наружной поверхности арок. К этим тросам или шнурам крепится водонепроницаемая ткань.

Пиевмоматы арочного вида отличаются от пневмоарок тем, что они сшиваются из единого полотнища по специальному раскрою и представляют собой одновременно и несущую, и ограждающую конструкцию. Опираются арочные пневмоматы на песчаные подушки, которыми заполняются траншеи, вырытые вдоль краев покрытия. Диаметр баллонов пневмоарок принимают от $^1/_{55}$ до $^1/_{25}$ пролета, у арочных матов — соответственно от $^1/_{20}$ до $^1/_{30}$.

Тентовые покрытия обычно применяются для временных сооружений. Состоят они из мягкой водонепроницаемой ткани, которая натягивается, закрепляясь одними концами за возвышающиеся опоры, другими — за анкеры в грунте или за оттяжки, за тросы-подборы и т. п. По своей статической работе тенты очень близки сетчатым, предварительно напряженным вантовым покрытиям, с той только разницей, что вантовые сетки из металлических канатов могут выдержать значительно более высокие напряжения, чем ткань из хлопчатобумажных или синтетических нитей. Поэтому и пролеты, которые могут перекрыть такие тенты, существенно меньше, чем пролеты сетчатых вантовых покрытий, и редко превосходят 10 м.

На рис. XII.39 изображены наиболее часто встречающиеся виды тентов. Они представляют собой криволинейные поверхности (гипары), седловидные поверхности и др. Тент может быть натянут и на многопролетный каркас с наклонными стойками. Такой тент в своей верхней части опирается на опорный трос, соединяющий вершины противостоящих наклонных стоек,

а в нижней части прижимается накладным тросом. От величины стрелы провисания опорного троса и стрелы подъема накладного троса зависит и архитектурная форма покрытия.

Натяжение тентов производится подтягиванием оттяжек, заанкеренных в грунт, накладных тросов, тросов-подборов и т. п.

Тент может иметь сложную поверхность, например, состоящую из взаимно пересекающихся гипаров, причем сами линии пересечения, если нет соответствующих накладных тросов, могут быть размытыми, т. е. закругленными. При таком решении концы тента не обязательно должны доходить до уровня грунта, а могут заканчиваться оттяжками, концы которых на некотором расстоянии от покрытия были бы заанкерены в грунт.

XIII Глава. Элементы одноэтажных зданий

XIII.1. Стеновые ограждения отапливаемых и неотапливаемых зданий

Стеновые ограждения большепролетных одноэтажных зданий могут быть несущими, самонесущими, навесными. Одновременно их подразделяют на утепленные и неутепленные.

Несущие стены чаще всего применяют в бескаркасных гражданских и некоторых промышленных зданиях. В промышленных сооружениях несущие наружные стены используют в основном при небольших пролетах. Материалом для несущих стен служит кирпич, мелкие и крупные блоки, реже — природный камень. Возводятся несущие стены из этих материалов, как и в обычных каменных зданиях, с учетом необходимой расчетной толщины и прочности применяемых материалов. Утепленные несущие стены отличаются от неутепленных повышенной толщиной или добавлением теплоизолирующего слоя, находящегося снаружи или внутри стены. Если на стену из штучных материалов толщиной менее 500 мм устанавливают балки или фермы, то в местах их опирания устраивают пилястры. По верху таких несущих стен иногда укладывают железобетонный пояс.

Самонесущие стены в отличие от несущих не воспринимают никакой нагрузки, кроме собственного веса и сил ветрового напора. Эти стены устанавливают на фундаментные балки или собственные фундаменты и располагают рядом с несущими колоннами, к которым крепятся гибкими связями, расположенными по высоте колонн (рис. XIII.1, XIII.2). Такие связи не препятствуют усадке стены и в то же время не позволяют ей отделиться от колонны.

Ненесущие стены выполняются, как правило, из навесных панелей, которые могут монтироваться в виде горизонтальных, а также и вертикальных элементов. В первом случае панели крепятся непосредственно к колоннам, во втором — к ригелям, которые в свою очередь прикрепляют к колоннам. Материалом для навесных панелей может служить железобетон, легкий бетон (керамзитобетон, пенобетон и т. п.), металлический листовой материал, асбестоцементные плиты и т. п. Эти конструкционные материалы комбинируют с утеплителями разного рода, если стены должны быть утеплены, или применяются без утеплителя в неутепленных стенах.

Навеска железобетонных панелей осуществляется с помощью уголков или полосового металла и т. п. Раскладку панелей см. на рис. XIII.3, XIII.4.

Железобетонные неутепленные панели изготовляют плоскими, номинальной длины в 6 м и ребристыми длиной 12 м.

Утепленные стеновые панели выпускают обычно трехслойными, со сред-

ним слоем из легкого и двумя поверхностными слоями из тяжелого бетона.

В тех случаях, когда номинальная длина панели меньше шага несущих колонн, между последними устанавливают дополнительные фахверковые колонны, к которым крепятся панели. Такое решение всегда характерно для торцовых и продольных стен.

Помимо легкобетонных применяют также панели, обшитые плоскими ас-

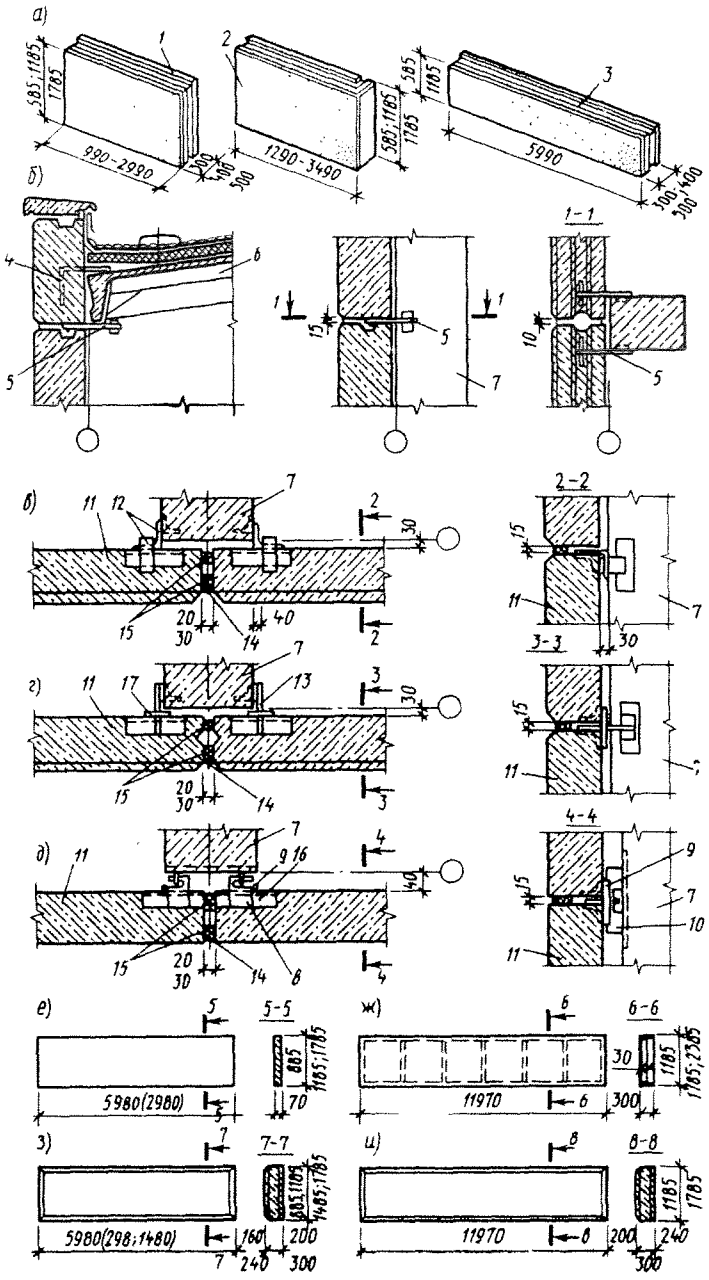


Рис. XIII.1. Стеновые ограждения блочные и панельные:

а — типы крупных блоков; *б* — крепления блоков к элементам несущего остова; *в* — крепления стеновых панелей к колонне с применением уголков; *г* — то же, с применением гибкого анкера и пластинки-фиксатора; *д* — с помощью скобы и крюка (скрытое); *е* — стеновая панель для неотапливаемых зданий железобетонная плоская; *ж* — то же, ребристая; *з, и* — стеновые панели для отапливаемых зданий из легких бетонов; *1* — рядовой блок; *2* — угловой; *3* — перемычечный блок; *4, 5* — анкеры; *6* — плита покрытия; *7* — колонна; *8* — крюк из пластины; *9* — накладной стержень; *10* — скоба; *11* — стеновая панель; *12* — уголки; *13* — стержень ∅ 14; *14* — мастика; *15* — упругие прокладки; *16* — закладной уголок; *17* — фиксирующая пластина

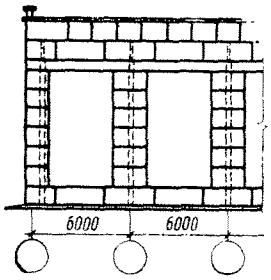


Рис. XIII.2. Схема раскладки крупных блоков

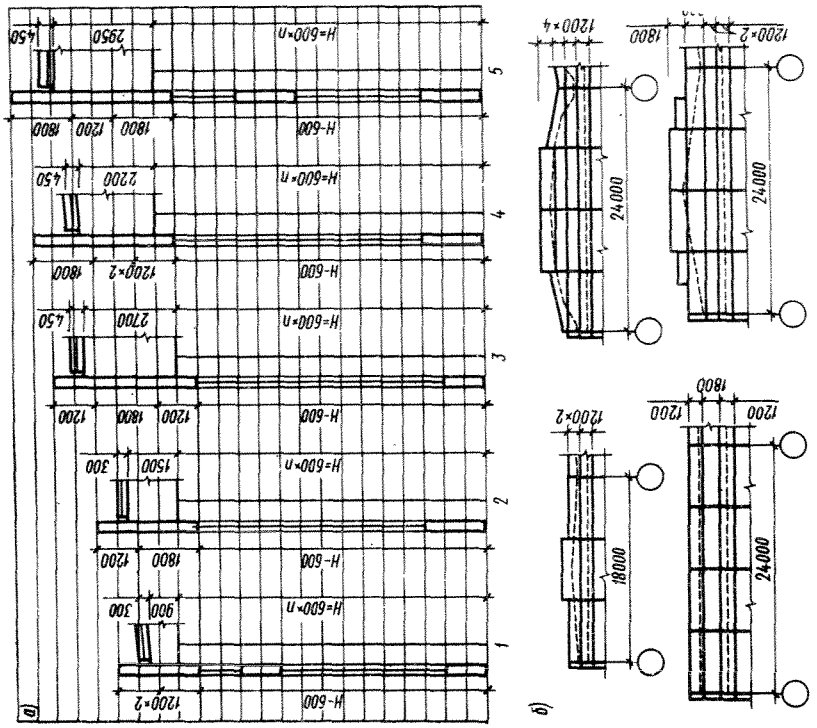


Рис. XIII.4. Схема раскладки панелей стен одноэтажных зданий: *а* — в продольных стенах; *б—в* торцевых стенах; *1—3* — при железобетонных фермах и балках покрытий; *4, 5* — при стальных фермах

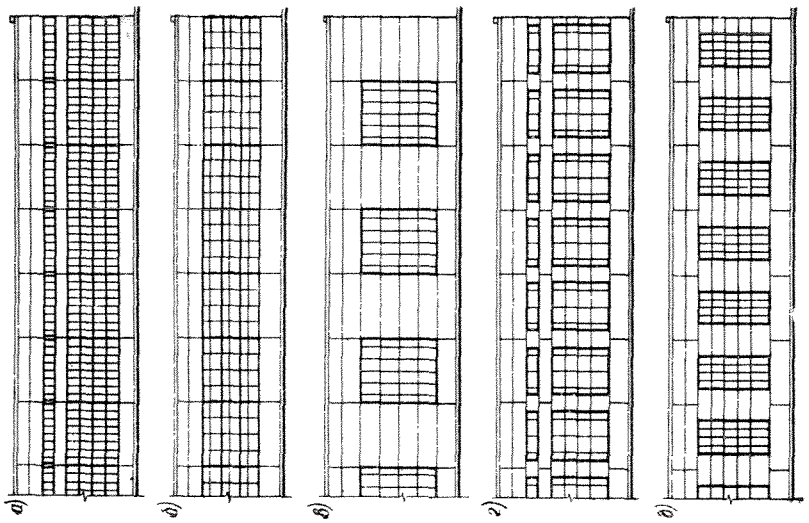


Рис. XIII.3. Варианты разрезки стен одноэтажных зданий:
а — при ленточном остеклении; *б* — при сплошном; *в—д* — при проемах

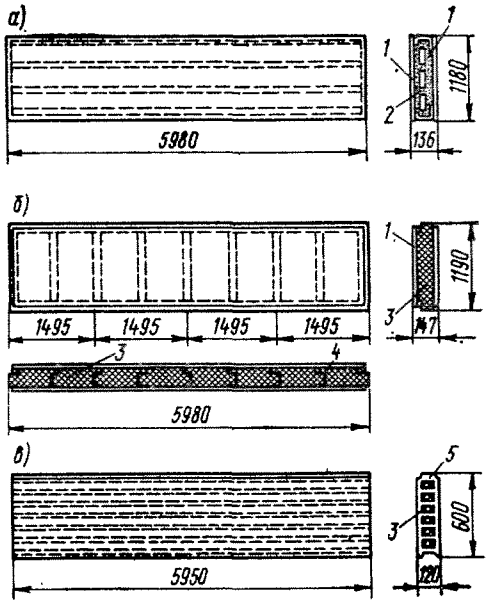
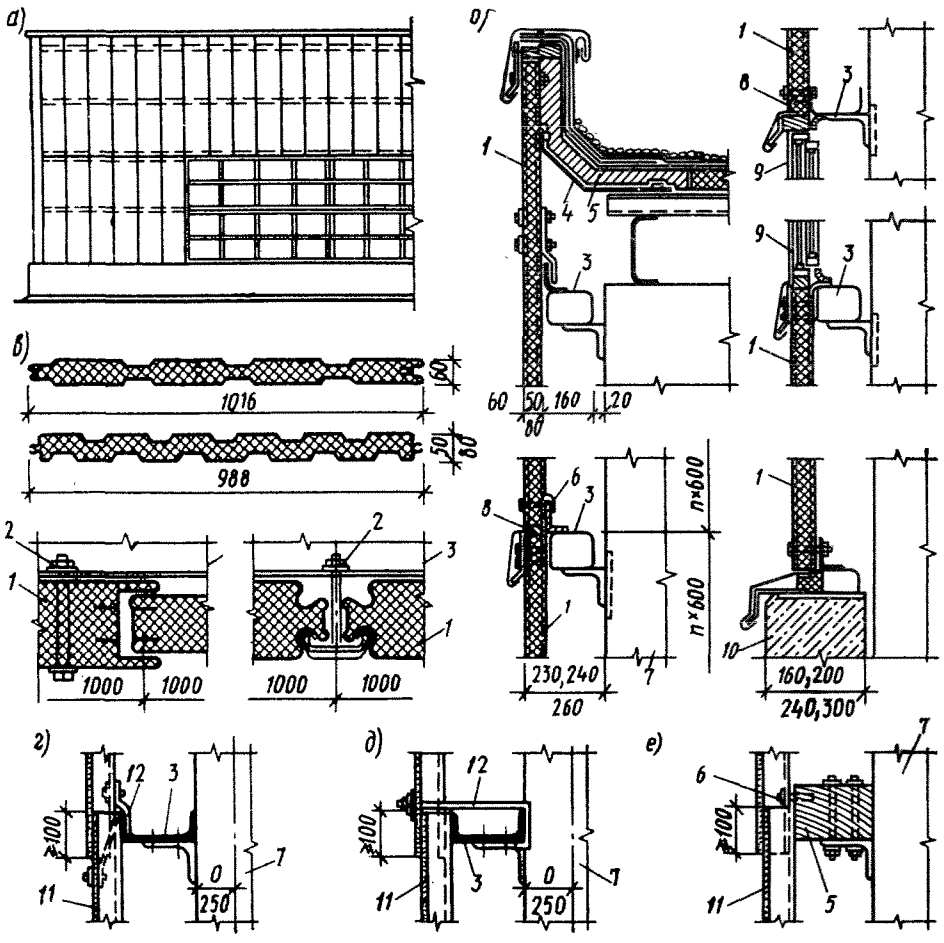


Рис. XIII.5. Панели из асбестоцементных изделий:

а — асбестопенопластовые панели; *б* — асбестометаллические; *в* — асбестоцементные экструзионные; *1* — асбестоцементный лист; *2* — пенопласт; *3* — минераловатные плиты; *4* — профили из металла, *5* — экструзионная многопустотная панель

Рис. XIII.6. Трехслойные облегченные панели:

а — фрагмент фасада; *б* — крепления металлических панелей к ригелям; *в* — типы металлических панелей и детали их креплений; *г—е* — детали креплений асбестоцементных волнистых листов; *1* — стеновая панель; *2* — болт; *3* — ригель; *4* — листовая сталь; *5* — плотный утеплитель; *6* — накладка из металлической полосы 40×4 мм для навески панелей; *7* — колонна; *8* — мастика; *9* — оконный переплет; *10* — цокольная панель; *11* — асбестоцементный лист усиленного или унифицированного профиля; *12* — крюк для навески панелей



бестоцементными листами. Так, например, применяется трехслойная панель с пенопластовым утеплителем, а также асбестоцементная панель с деревянным каркасом, внутри которой заложен минеральный утеплитель. Места соединения деревяниого каркаса с асбестоцементными листами сначала промазывают клеем и водостойкой мастикой, после чего скрепляют шурупами.

При монтаже стен такне панели крепят к колоннам уголковыми крюками или анкерами, которыми затем притягиваются натяжными болтами к колонне. Швы между асбестоцементными утепленными панелями заполняют пороизолом, герметиком и защищают снаружи цементным раствором. Учитывая хрупкость асбестоцементных листов, асбестоцементные панели не доводят до пола промышленного одноэтажного здания, а опирают их на цоколь из бетонных блоков или железобетонных панелей на отметке +1,2; +1,5 м.

Кроме горизонтальных панелей, которые крепятся к иесущим или фахверковым колоннам, большое распространение получили трехслойные, утепленные пенополистиролом и обшитые оцинкованной профилированиой сталью толщиной 0,8 мм (рис. XIII.6). Такие панели, занимая вертикальное положение, крепятся к горизонтальным ригелям, прикрепленным к колоннам. Номинальная ширина таких панелей 1 м, длина — до 7,2 м. Соединяются эти панели между собой по вертикали в шпунт.

Крепление вертикальных трехслойных панелей к коробчатым ригелям или к уголкам, установлениым на этих ригелях, производится болтами со сферической головкой и герметизирующей шайбой под ней с наружной стороны стенового ограждения.

В тех случаях, когда вертикальные панели проектируют как неутепленные, их можно выполнить из асбестоцементных листов усиленного или унифицированного профилей. Они крепятся к ригелям фахверка из металлических швеллеров или деревянных брусьев. Стыки отдельных листов волнистой асбестоцементной фанеры выполняют внахлестку. Для обшивки углов здания со стенами из волнистых асбестоцементных листов применяются специальные угловые элементы из того же материала (рис. XIII.6, *г—е*).

XIII.2. Совмещенные покрытия отапливаемых и неотапливаемых зданий

Покрытия большепролетных одноэтажных зданий ограждают внутреннее пространство от атмосферного и температурного влияния внешней среды. Выполняются пологими ($i = 1/12$; 1/10) или плоскими ($i \leqslant 2{,}5\%$). Состоит совмещенное покрытие из настила, пароизоляции, утеплителя и кровли.

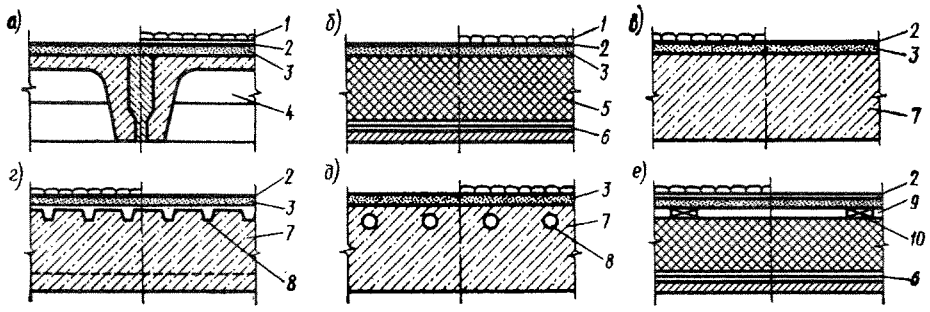


Рис. XIII.7. Основные типы покрытий с железобетонными плитами и рулонными кровлями:

а—в — не вентилируемые; *г, д* — частично вентилируемые; *е* — вентилируемые; *1* — защитный слой; *2* — гидроизоляционный ковер; *3* — стяжка; *4* — несущая плита; *5* — утеплитель; *6* — пароизоляция; *7* — однослойная ограждающая и несущая конструкции; *8* — каналы и борозды; *9* — воздушная прослойка; *10* — подкладки

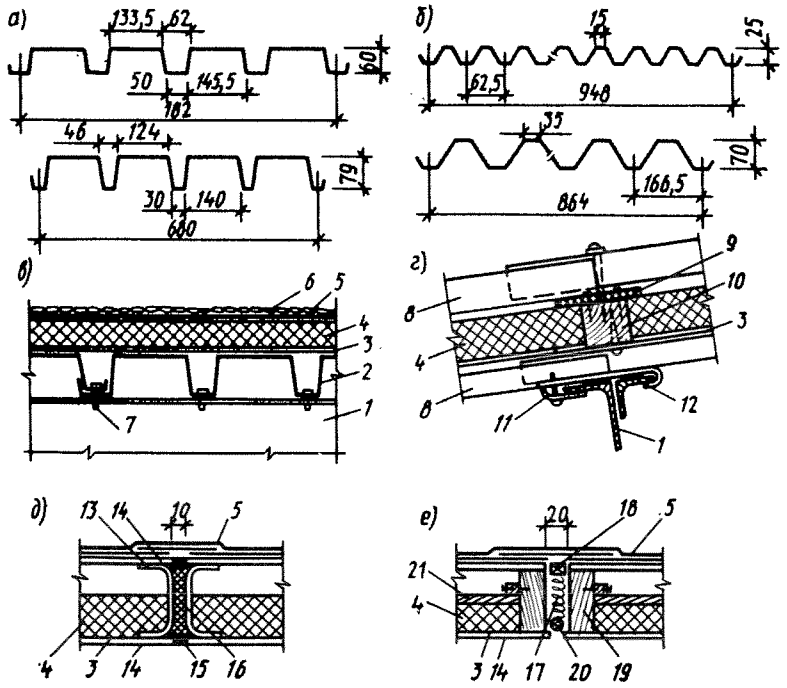


Рис. XIII.8. Покрытия со стальным профилированным настилом и с волнистыми асбестоцементными листами:

а—в — применение стального профилированного настила (*а, б* — профили; *в* — утепленное покрытие); *г* — покрытие с асбестоцементными волнистыми листами усиленного или унифицированного профиля, *д, е* — то же, с применением плоских асбестоцементных листов; *1* — балка покрытия; *2* — настил (пустоты либо заполняются пористым, легким негорючим материалом, либо перекрываются листами из негорючих материалов); *3* — рулонная пароизоляция; *4* — утеплитель; *5* — гидроизоляция; *6* — гравий; *7* — болт; *8* — асбестоцементный волнистый лист; *9* — прокладка; *10* — деревянный брус; *11* — прижимная пластина; *12* — крюк; *13* — швеллер из асбестоцемента; *14* — плоский асбестоцементный лист; *15* — мастика; *16* — утеплитель; *17* — то же, типа минераловатных плит; *18* — нащельник; *19* — деревянный каркас панели; *20* — гернит; *21* — рейка, фиксирующая положение утеплителя

Так же как и стеновое ограждение, покрытие может быть неутепленным.

Настил обычно выполняется из отдельных плит покрытия (из железобетона, из легкого бетона или из небетонных материалов, рис. XIII.8).

Железобетонные ребристые плиты покрытия могут иметь длину 6 и 12 м и ширину 1,5 и 3 м (см. рис. XXII.7, XXII.8).

Большое применение получили крупноразмерные железобетонные сводчатые оболочки — КЖС и гипары, перекрывающие пролеты 18 и 24 м (см. рис. XXII.9, XXII.10). Эти оболочки устанавливают в направлении главного пролета здания без применения таких пролетных конструкций, как фермы. По расходу материала эти настилы показали себя как наиболее экономичные среди железобетонных.

Кроме железобетонных ребристых плит из тяжелого бетона в покрытиях применяют также и легкобетонные плиты, а также легкие плиты с применением асбестоцементных листов (см. рис. XIII.8, XXII.7 и XXII.12). Легкобетонные плиты могут быть применены в комбинации с тяжелой ребристой плитой как самостоятельные плиты без ребер и с ребрами, а также как комплексные плиты со всеми необходимыми слоями, включая и гидроизоляцию (рис. XIII.9).

Легкие плиты с использованием асбестоцементных листов могут также

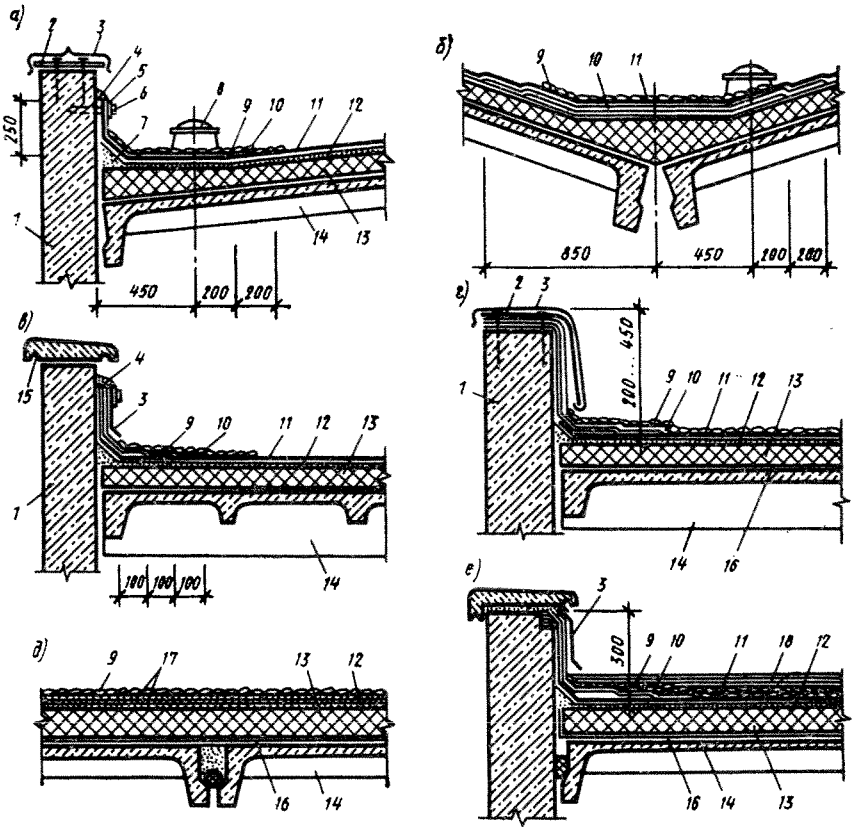


Рис. XIII.9. Детали покрытий при различных видах кровель:

а—г — рулонная кровля; *д* — мастичная; *е* — водонаполненная; *1* — стена; *2* — костыли; *3* — оцинкованная сталь; *4* — мастика; *5* — стальная полоса 40×3 мм; *6* — дюбель; *7* — раствор; *8* — воронка внутреннего водостока; *9* — защитный слой; *10* — рубероид (дополнительный слой); *11* — основной рулонный ковер; *12* — выравнивающий слой; *13* — утеплитель; *14* — плита; *15* — парапетная плитка; *16* — пароизоляция; *17* — слой мастики; *18* — слой воды

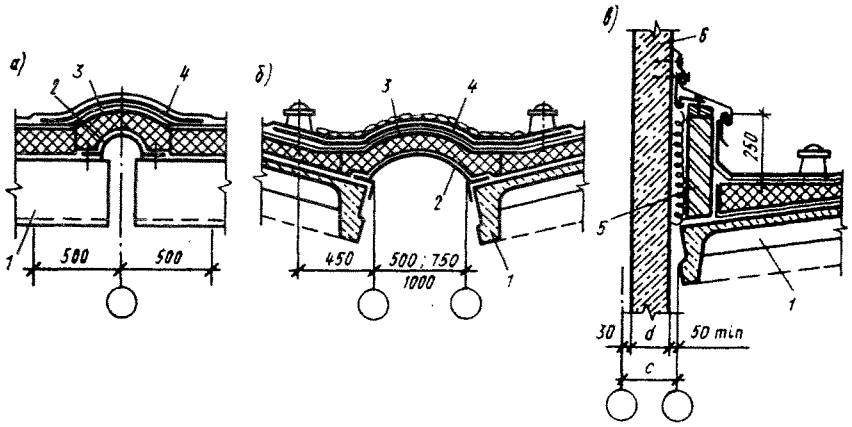


Рис. XIII.10. Детали устройства деформационных швов в перекрытиях:

а — при поперечном шве в покрытии; *б* — то же, при продольном; *в* — в месте перепада высот смежных пролетов; *1* — настилы покрытия; *2* — стальной компенсатор; *3* — кровельная сталь; *4* — стеклоткань; *5* — стена из кирпича или деревянных брусков; *6* — панель стены

быть успешно использованы в легкосбрасываемых покрытиях, которые возводят над помещениями с взрывоопасным производством. По техническим условиям легкосбрасываемые плиты не должны иметь массу, превышающую 120 кг/м².

Особое место в покрытиях большепролетных зданий занимают стальной и алюминиевый тонколистовой профилированные настилы. Стальной выпускают в двух вариантах: высотой 60 и 79 мм. Удобство такого настила заключается в его незначительной массе, в простом соединении отдельных листов по методу наложения и в приспособляемости к любым формам плана покрытия, независимо от ширины и длины. Однако такой настил требует установки ригелей, на которые он опирается с шагом не более 3 м. Стальной профилированный настил к ригелям крепят самонарезающими болтами. В тех случаях, где применяют алюминиевый настил и стальные ригели, между алюминием и сталью должна быть проложена надежная изоляция, не допускающая соприкасания этих двух разнородных металлов.

Тонколистовой профилированный настил может быть применен с заполнением ребер бетоном и образованием железобетонной плиты над ребрами. Толщина такой плиты определяется расчетом, однако она не может быть менее 30 мм. Этот настил может быть применен и без заполнения ребер, что также определяется расчетом. Поверх

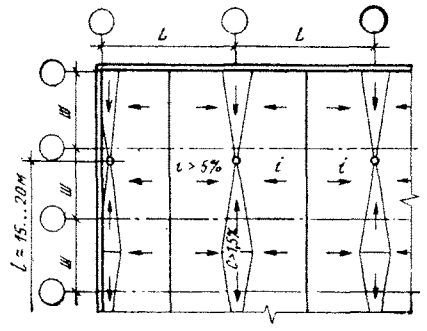


Рис. XIII.11. Размещение водосточных воронок на крыше многопролетного здания

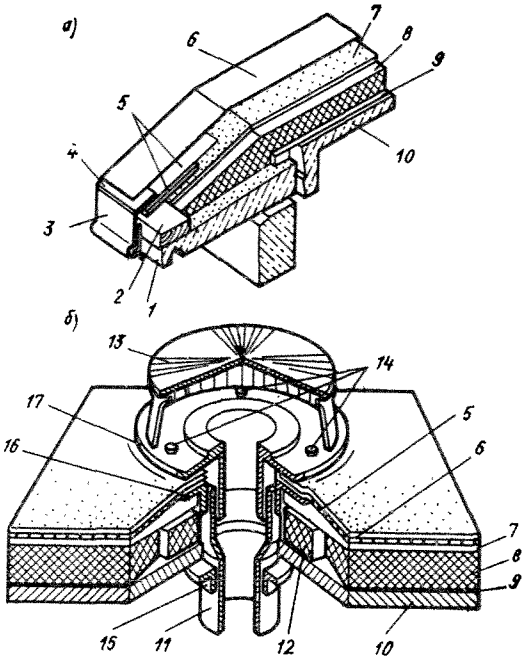


Рис. XIII.12. Конструкции отвода воды с покрытий промышленных зданий:

а — при неорганизованном наружном отводе воды; *б* — внутренний водосток; *1* — карнизная плита; *2* — антисептированный деревянный брус; *3* — фартук из оцинкованной стали; *4* — верх фартука; *5* — дополнительный слой кровли; *6* — основной рулонный ковер; *7* — стяжка; *8* — утеплитель; *9* — пароизоляция; *10* — плита покрытия; *11* — патрубок водосточный трубы; *12* — керамзитобетонный блок; *13* — защитный колпак; *14* — шпильки; *15* — хомут из полуколец; *16* — воротник (чаша) воронки; *17* — прижимное кольцо

настила укладывают слой пароизоляции, а затем утеплитель и гидроизоляционный ковер, как в обычных покрытиях. В неотапливаемых помещениях профилированный настил играет роль кровли. Отвод воды с покрытий одноэтажных зданий осуществляется как наружу (организованный и неорганизованный), так и во внутренние водостоки — см. детали на рис. XIII.9—XIII.12. Там же приведены детали примыкания к стенам, решения температурных швов и т. п.

XIII.3. Фонари

Для освещения помещений верхним естественным светом в покрытиях общественных и промышленных

зданий предусматривают проемы, заполняемые специальными конструкциями со светопропускающим ограждением, которые называют световыми фонарями. Фонари, выполняющие функции освещения и проветривания, носят название светоаэрационных. В промышленных зданиях с технологическими процессами, сопровождающимися выделением большого количества теплоты, газов и пыли, устраивают фонари зачастую только для аэрации помещений.

При проектировании фонарей, т. е. определении их конфигурации, числа и способа размещения в покрытии, учитывают климатические условия района строительства, светотехнические и теплотехнические параметры конструкции фонарей и т. п. Необоснованное размещение фонарей, завышение площадей их светопропускающих ограждений приводят к созданию дискомфортных условий для зрения, перегрев помещений летом и переохлаждение зимой, увеличивает стоимость строительства и эксплуатации зданий.

Светопропускающие материалы для фонарей используют те же, что и в вертикальных светопрозрачных ограждениях, но, кроме того, применяют полимерные материалы (термопласты), которые по сравнению с силикатным стеклом обладают рядом преимуществ: они имеют меньшую массу, лучшие теплотехнические характеристики, более высокую ударопрочность и в то же время обладают хорошими оптическими свойствами, атмосферостойкостью и долговечностью. Из них механизированными методами можно изготовить элементы фонарей требуемой конфигурации: купола, своды, листы со складчатым, коробчатым и другими видами сечений. Это позволяет увеличивать размеры ограждений фонарей, что уменьшает количество стыкуемых элементов, повышает светоактивность фонаря, индустриальность монтажа, сокращает теплопотери.

Светопропускающие ограждения фонарей выполняют одно-, двух-, трех- и даже четырехслойными, что определяется теплотехническими условиями, исключающими появление конденсата на внутренних поверхностях стекол в холодное время года. Фонари с одинарным остеклением имеют место в зданиях с пониженными требованиями к температурному режиму, в районах с теплым климатом, а также в промышленных зданиях, в которых производственные процессы связаны с большим выделением теплоты. В зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом II—III климатических зон Советского Союза фонари выполняют в основном с двойным остеклением. В зданиях, где требуется соблюдение постоянной температуры и влажности воздуха, а также возводимых в районах с температурами ниже —30 °С, фонари остекляют в 3 ... 4 слоя.

Под ограждением из стекол натягивают металлическую сетку с шириной ячеек не более 50 мм по условиям обеспечения безопасности в случае разрушения стекла. Сетка может отсутствовать, если стекла армированы или выполнены из полимерных материалов.

Для поддержания в помещении в процессе эксплуатации зданий нормируемой естественной освещенности светопропускающее ограждение фонарей периодически очищают. С этой целью вдоль фонарей как с наружной, так и с внутренней сторон предусматривают ходовые или катучие мостики и другие устройства. Они же необходимы и для ремонта.

Световые фонари по характеру поступления естественного света в помещение можно подразделить на три вида: зенитные; прямоугольные, трапециевидные и М-образные надстройки; шедовые. В случае устройства открывающихся светопрозрачных ограждений эти фонари могут использоваться как светоаэрационные. Открывание элементов ограждения в светоаэрационных фонарях осуществляется специальными механизмами с дистанционным управлением.

Светопрозрачные ограждения отделяют от поверхности кровли бортовым элементом высотой 0,3 ... 1 м, который препятствует проникновению дождевых и талых вод в помещение.

Зенитные фонари направляют в помещение вертикальные световые лучи, поэтому они характеризуются наибольшей световой активностью. Одновременно в помещение попадают и прямые солнечные лучи, вызывая радиацию, блесткость и значительные световые контрасты. Исключить или ослабить эти неблагоприятные факторы можно, используя в ограждении зенитных фонарей светорассеивающие или солнцезащитные стекла, люверсные решетки и др.

Светопропускающее ограждение в зенитных фонарях размещают в плоскости покрытия или выше (на 300 ... 500 мм) либо применяют в виде надстроек треугольной, сводчатой, шатровой и других форм.

Наиболее просто решаются фонари в плоскости покрытия в зданиях с холодным ограждением из волнистых асбестоцементных или профилированных металлических листов. Кровельные листы заменяют на листы из светопропускающего полимерного материала с профилем, аналогичным профилю кровельного материала и с аналогичным ему креплением к балкам покрытия. В холодных или теплых покрытиях из железобетонных плит и с уклоном не менее 12 % они могут быть заменены стекложелезобетонными плитами со стеклоблоками.

Световые фонари в виде надстроек над покрытием устраивают с уклоном светопрозрачного ограждения 25 ... 45° (при уклоне в 45° происходит самопроизвольное сползание снега с ограждения фонаря). Листовое стекло, стеклопакеты, стеклопрофилит или листы из полимерных материалов укладывают через уплотняющие прокладки на каркас фонаря из алюминиевых или гнутых стальных профилей. При ширине фонаря более 6 м этот каркас опирают на специальные конструкции-надстройки, устанавливаемые

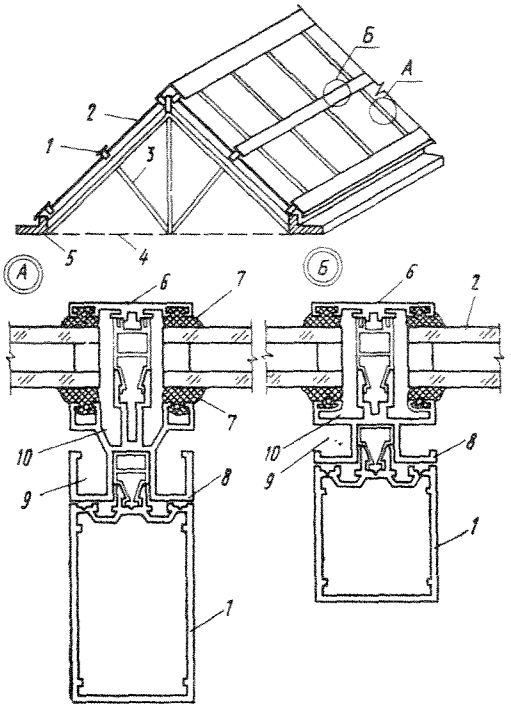
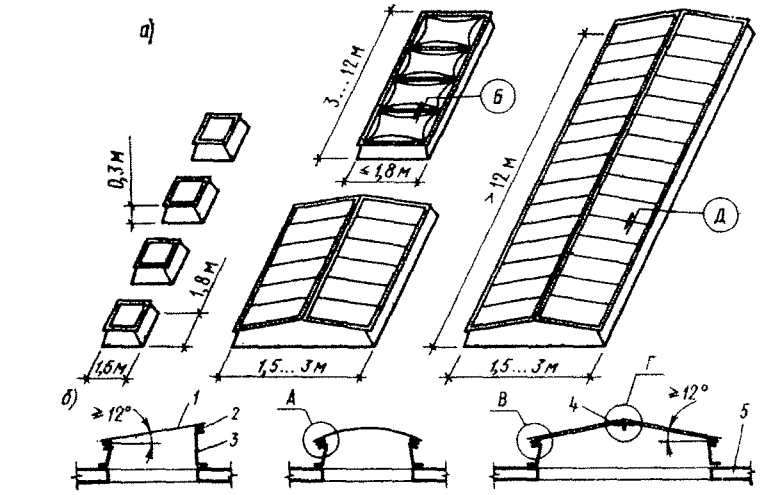


Рис. XIII.13. Треугольный зенитный фонарь:

1 — каркас фонаря; *2* — стеклопакет; *3* — фонарная ферма (при ширине фонаря более 6 м); *4* — верх стропильной конструкции; *5* — бортовой элемент; *6* — нащельник; *7* — уплотнитель; *8* — алюминиевый профиль; *9* — лоток для сбора конденсата; *10* — лоток для сбора проникающей наружной влаги

на несущие элементы основного покрытия. Светопропускающие элементы к профилям каркаса фонаря крепят нащельниками с тщательной герметизацией стыков. На рис. XIII.13 изображены сечения каркаса с профилями из алюминиевого сплава, имеющими систему лотков для сбора и отвода конденсата и атмосферной влаги, которая может проникать через стыки. Лотки горизонтальных профилей расположены выше, чем лотки вертикальных профилей, по которым вода стекает по уклону.

Наибольшее применение в зданиях любых видов и с любыми конструкциями покрытия находят зенитные фонари, которые незначительно возвышаются над покрытием (рис. XIII.14). Они обеспечивают равномерное освещение помещений, герметичны, обладают простым конструктивным решени-



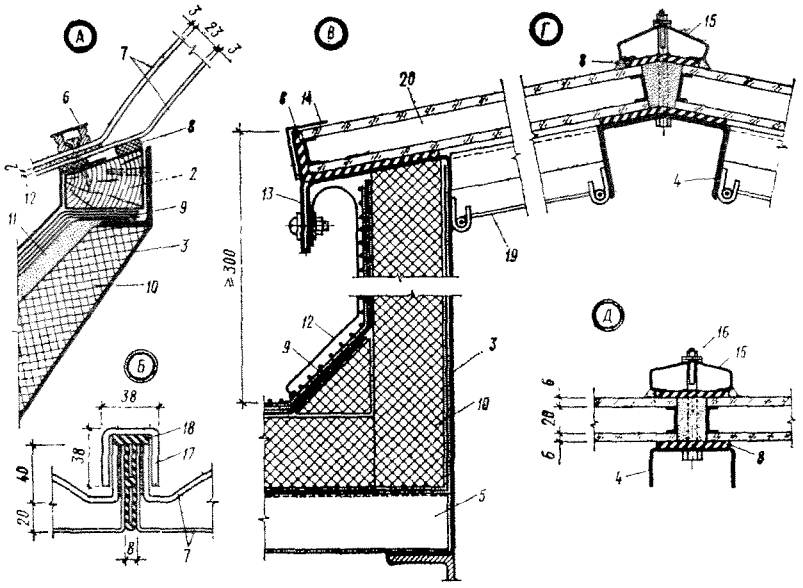


Рис. XIII.14. Зенитные фонари (возвышаются над покрытием на 0,3 . . . 0,5 м):

а — общие виды (точечные, панельные и ленточные); *б* — поперечные сечения; *1* — светопропускающий элемент; *2* — опорная рама; *3* — опорный стакан; *4* — опорный каркас; *5* — покрытие; *6* — шайба ∅ 23 с колпачком ∅ 26; *7* — оргстеклю; *8* — уплотнитель; *9* — гидроизоляция; *10* — утеплитель; *11* — цементная или асфальтовая стяжка; *12* — фартук; *13* — упор; *14* — алюминиевая фольга или герметик; *15* — нащельник; *16* — болт; *17* — дуговая накладка из оргстекла; *18* — профилированная морозостойкая резина; *19* — защитная сетка; *20* — стеклопакет

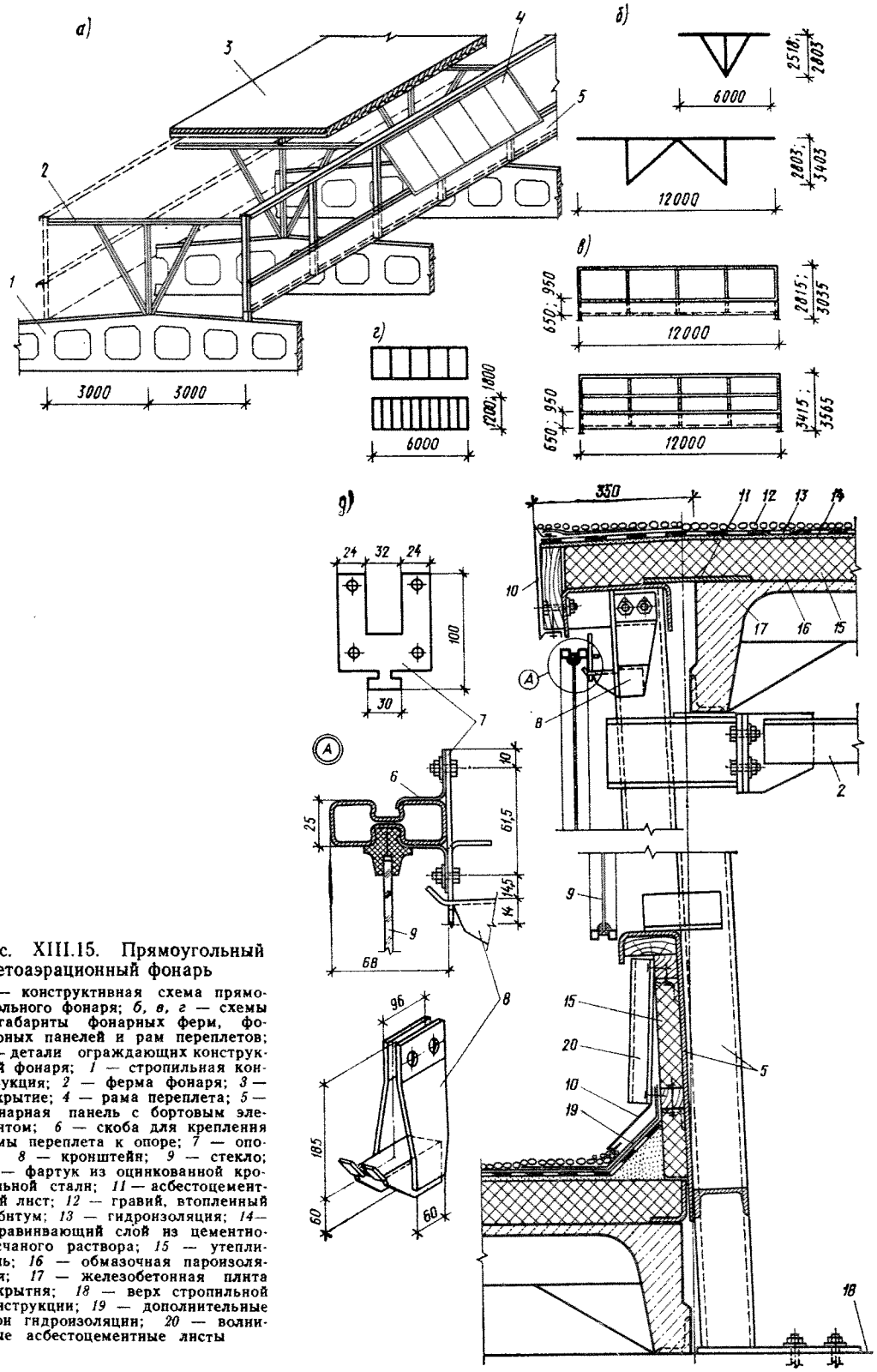


Рис. XIII.15. Прямоугольный светоаэрационный фонарь

а — конструктивная схема прямоугольного фонаря; *б, в, г* — схемы и габариты фонарных ферм, фонарных панелей и рам переплетов; *д* — детали ограждающих конструкций фонаря; *1* — стропильная конструкция; *2* — ферма фонаря; *3* — покрытие; *4* — рама переплета; *5* — фонарная панель с бортовым элементом; *6* — скоба для крепления рамы переплета к опоре; *7* — опора; *8* — кронштейн; *9* — стекло; *10* — фартук из оцинкованной кровельной стали; *11* — асбестоцементный лист; *12* — гравий, втопленный в битум; *13* — гидроизоляция; *14* — выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора; *15* — утеплитель; *16* — обмазочная пароизоляция; *17* — железобетонная плита покрытия; *18* — верх стропильной конструкции; *19* — дополнительные слои гидроизоляции; *20* — волнистые асбестоцементные листы

ем, малой массой и небольшими размерами в плане. Очистка их светопропускающих ограждений проста, а на покрытиях отсутствуют снеговые заносы. Конструкции этих фонарей, состоящие из стакана, опорного каркаса и светопрозрачных элементов, размещают над проемами, предусмотренными в железобетонных плитах покрытия или образованными пропусками плит покрытия.

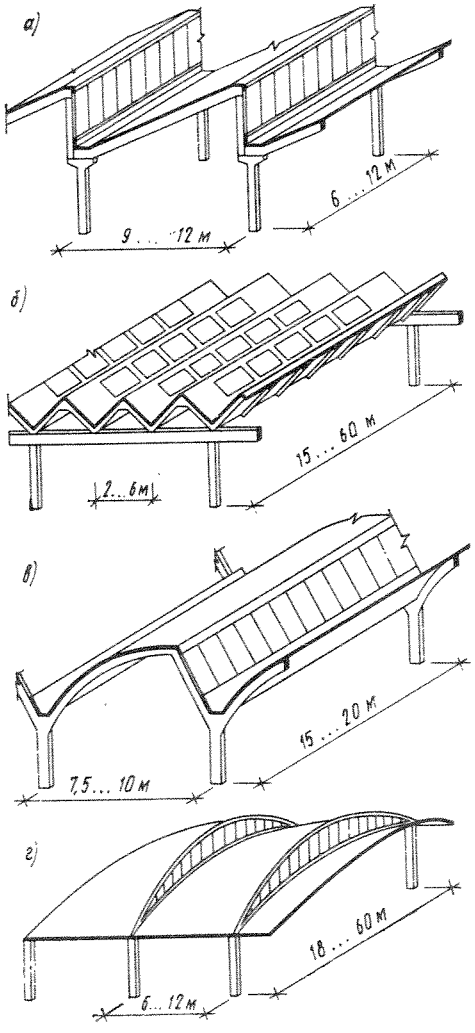


Рис. XIII.16. Конструктивные схемы шедовых фонарей:

а — покрытие фонаря из плоскостных элементов; *б* — складчатое покрытие; *в* — цилиндрическая шедовая оболочка; *г* — коноидальная оболочка

Стакан — это бортик (из листовой стали, железобетона, асбестоцемента и других материалов), обрамляющий проем в покрытии и жестко с ним связанный. Стенки стакана, которые иногда делают наклонными, для лучшего распределения светового потока со стороны помещения окрашивают или облицовывают светоотражающими материалами. С наружной стороны их утепляют эффективными теплоизоляционными материалами, а затем изолируют рулонной кровлей, защищая ее фартуком из оцинкованной стали. По верху стакана крепят опорную раму из деревянных антисептированных брусков или каркас из гнутых стальных или прессованных алюминиевых профилей.

В световых фонарях светопропускающее ограждение укладывают на опорную раму или каркас через уплотнительные прокладки из озоно- и морозостойкой резины и закрепляют посредством нащельников, кляммер и других крепежных элементов с тщательной герметизацией стыков мастиками.

В светоаэрационных фонарях к опорной раме или опорному каркасу крепят остекленную створку. Створки открывают поворотом вокруг их горизонтальной оси или подъемом по вертикали. Аэрацию помещений можно осуществить и установкой жалюзийных решеток в стенке стакана.

Прямоугольные, трапециевидные и М-образные фонари представляют собой надстройки над покрытием. Свет в помещение попадает через боковые ограждения этих надстроек (рис. XIII.15). Светоактивность этих фонарей в 2 ... 2,5 раза менее, чем зенитных. Они сложны в изготовлении, металлоемки, на покрытиях зданий образуют снеговые мешки, снижая светоактивность фонарей и увеличивающие нагрузку на несущие конструкции здания. Тем не менее эти фонари, как светоаэрационные, применяют в промышленном строительстве.

Как правило, фонари длиной не более 84 м располагают вдоль продоль-

ной оси здания. При большей протяженности зданий устраивают разрыв между торцами фонарей, который соответствует величине шага стропильных конструкций. Фонари шириной 6 м предназначены для освещения помещений с пролетом 12, 18 м, а фонари шириной 12 м — для помещений с пролетами 24, 30, 36 м. Несущие конструкции прямоугольных фонарей выполняют железобетонными или металлическими из холодногнутых или прокатных профилей: в виде фонарных ферм и панелей.

Ограждающие конструкции состоят из покрытия фонарей, аналогичного покрытию здания; бортовых элементов; остекления и торцовых стенок фонаря. Остекление устраивают в переплетах из гнутых стальных или прокатных профилей. Переплеты верхнеподвесные в один или два яруса крепят к горизонтальным элементам фонарной панели. Размеры переплетов для одноярусных фонарей 1,8×6 м, а для двухъярусных — 1,2×6 м.

Трапециевидные фонари отличаются от прямоугольных большей световой активностью, поскольку их остекление располагается к горизонту под углом 70 ... 80°. При этом конструктивное решение фонаря усложняется.

Шедовые фонари создают в помещениях равномерное диффузное освещение благодаря одностороннему расположению светопрозрачного ограждения, ориентированного на север, и наклонного покрытия, внутренняя поверхность которого отражает световые лучи (рис. XIII.16). Шедовые фонари применяют в промышленных зданиях с производственными процессами, не допускающими инсоляции. Вследствие больших снегоотложений в ендовах покрытия шедовых фонарей их преимущественно проектируют для строительства в южных районах.

Конструкции шедовых фонарей непосредственно связаны с конструкциями покрытия, которое может состоять из плоскостных элементов или пространственных (складки, оболочки одинарной или двоякой кривизны). Конструктивную высоту шедов обычно принимают в пределах 4 м, чтобы не увеличивать отапливаемый объем здания. Равномерное диффузное освещение помещений достигается при высоте до низа конструкции покрытий не выше 5 м. Остекление фонаря (в переплетах или бесперепленное) устраивают вертикально, а для повышения светоактивности ограждения — с углом наклона к горизонту от 60 до 75°. Для аэрации помещений предусматривают верхнеподвесные створки.

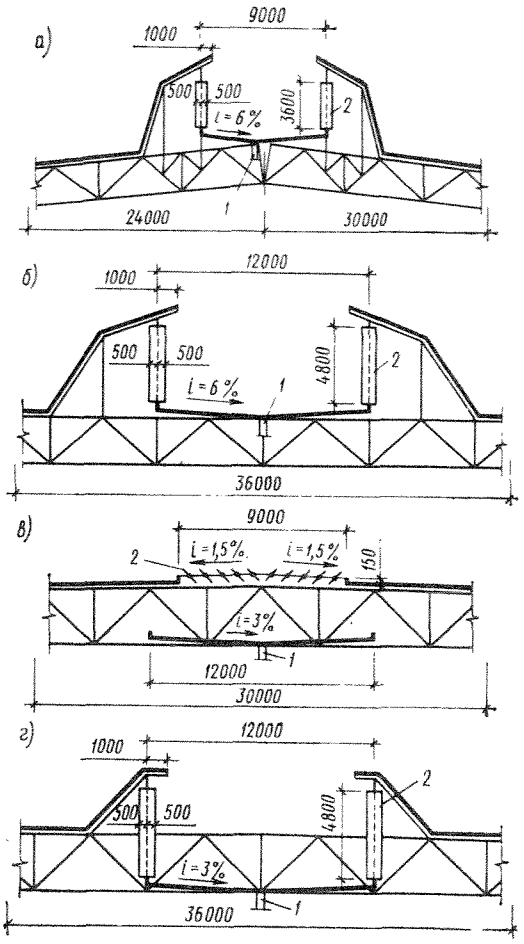


Рис. XIII.17. Схемы аэрационных фонарей:

а, б — модернизированного (по типу Батурина-Бранта); *в, г* — в виде впадины в пределах межферменного пространства с горизонтальными и вертикальными створками; *1* — внутренний водосток; *2* — створка

Аэрационные фонари обычно устраивают по типу прямоугольных фонарей. Вместо светопрозрачных ограждений применяют ветроотбойные щиты, представляющие собой металлический каркас, обшитый кровельной листовой сталью или асбестоцементом. Существует несколько способов установки и открывания ветроотбойных щитов с целью предохранения проемов фонаря от задувания ветра, который может уменьшать или исключить воздухообмен в помещении. Однако конструкция ветроотбойных щитов недолговечна и не защищает полностью проемы фонаря от задувания.

На рис. XIII.17 приведены конструктивные схемы аэрационных фонарей с аэродинамическими показателями, улучшенными на 20 ... 30 % по сравнению с фонарями, имеющими ветроотбойные ограждения. Они также экономичнее и по расходу стали.

IV РАЗДЕЛ

АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

XIV Глава. Общие сведения

XIV.1. Общие требования, предъявляемые к многоэтажным зданиям

Многоэтажные — это основной тип зданий при застройке городов и поселков городского типа. В зависимости от административного значения и населенности городов предельная этажность зданий различна. В крупных республиканских центрах она может составлять до 25 ... 30 этажей — для жилых зданий и выше 30 — для административных.

По назначению многоэтажные здания подразделяют на гражданские и производственные. Многоэтажные гражданские здания — это главным образом жилые дома, здания гостиниц, общежитий, больниц, административные здания и т. п.

Наиболее общие требования к многоэтажным зданиям всех типов — обеспечение огнестойкости и долговечности конструкций. Многоэтажные здания относятся обычно к I, II классам по капитальности. Это означает, что степени огнестойкости и долговечности конструкций гражданских зданий должны быть не ниже II класса; поэтому для зданий выше пяти этажей номенклатура строительных материалов несущего остова ограничена каменными, бетонными, железобетонными материалами. Металлические несущие конструкции применяются в исключительных случаях и защищаются от воздействия огня, как правило, с обеспечением пределов огнестойкости не менее пределов, требуемых по табл. I.1. Исключения: в несущих конструкциях покрытий верхних этажей и в некоторых других случаях, особо оговоренных противопожарными нормами, металл можно не защищать. Требования к материалам и степеням огнестойкости конструкций гражданских и производственных зданий см. § I.3.

Требования к долговечности строительных конструкций особенно важно соблюдать для тех производственных зданий, которые могут подвергаться воздействиям агрессивной среды — частой и резкой смене высоких и низких температур, высокой влажности, воздействии блуждающих токов, химических реагентов и т. п. Меры по увеличению долговечности конструкций предусматриваются проектом. К числу таких мер относятся: применение материалов надлежащей стойкости, применение простых архитектурных форм, исключающих скопление агрессивной технологической пыли; увеличение пролетов несущих конструкций для исключения контакта вертикальных опор с источниками тепло- и влаговыделений; применение защитных покрытий конструктивных элементов и др.

Требования целесообразности технических решений применительно к многоэтажным производственным зданиям прежде всего сводятся к возможно большему обеспечению применения унифицированных изделий в конструкциях и к другим мерам, направленным на повышение степени индустриализации строительного производства. Так, если до 50-х годов как проектные решения, так и конструкции производственных зданий были в значительной степени разнообразны и индивидуальны, то современные требования иные. Основные координационные размеры современного производственного здания должны строго соответствовать нормативам, установленным в государственном порядке; это позволяет при-

менять унифицированные узлы и такие решения, которые допускают при необходимости организацию в здании, запроектированном для одного вида производства, другого, родственного технологического процесса.

Требования целесообразности технических решений применительно к жилому строительству сводятся к разумному сочетанию массовой жилой застройки, основанной на применении типовых проектов и изделий с доминирующими в городской застройке акцентными зданиями, возводимыми по индивидуальным проектам. Точно такой же подход к проектированию других типов гражданского строительства: наряду с преобладанием зданий с полносборными конструкциями по каталогам индустриальных изделий, уникальные объекты проектируются индивидуально, что, впрочем, не исключает возможностей применения изделий каталога.

XIV.2. Типы несущих остовов многоэтажных зданий. Обеспечение их устойчивости и жесткости

Как отмечено в гл. II, несущим остовом здания называется его конструктивная основа — пространственная система, состоящая из совокупности вертикальных и горизонтальных стержневых, плоскостных или объемных элементов — несущих конструкций и связей, соединяющих эти конструкции.

Там же рассмотрены общие принципы проектирования несущих остовов, их типы, конструктивные системы — все это многообразие присуще многоэтажным зданиям. Целесообразность выбора того или иного типа несущего остова таких зданий определяется функциональными, технико-экономическими и другими факторами. Так, при мелкоячеистой структуре зданий, например жилых, более приемлемым оказывается **стеновой** несущий остов; в зависимости от принятой строительной системы высота таких зданий может быть ограничена 9, 16 или 25 этажами. При этом могут оказаться приемлемыми все конструктивные системы стенового остова, рассмотренные в разд. II. Предпочтительным типом строительной системы стенового остова многоэтажных зданий является *крупнопанельная*.

В производственных, во многих видах общественных и жилых зданий повышенной этажности основным типом несущего остова является **каркасный**. В подавляющем большинстве случаев применяются железобетонные каркасы из унифицированных сборных изделий. Разработан ряд ведомственных и территориальных унифицированных каталогов. При этом, основываясь на методе открытой типизации, получены достаточно разнообразные решения каркасов, элементы которых соответствуют общесоюзному каталогу индустриальных изделий. У этих каркасов принята одинаковая конструктивная система — *ригельная*, с расположением ригелей в одном направлении (предпочтительно в поперечном). Расчетная схема большинства каркасов связевая, с применением элементов жесткости (решетчатых связей, панелей, ядер и т. п.). На этих принципах разработаны некоторые унифицированные каркасы производственных зданий (см. гл. XVI), территориальный полносборный каркас ТК1-2 для московского региона (см. гл. XV и XVI) и т. п. Практически узлы сопряжений ригелей с колоннами во всех этих каркасах достаточно жесткие и не соответствуют идеализированной теоретической связевой схеме, что идет в запас прочности. Этой конструктивной схеме более соответствуют системы с *безригельным* каркасом с монолитными безбалочными перекрытиями, получившие развитие в Армении и в республиках Прибалтики.

Комбинированные несущие остовы целесообразны в многоэтажных домах с неполным каркасом, при устройстве первых общественных этажей в гражданских зданиях и т. п.

Один из важнейших вопросов при проектировании любого типа несущих

остовов — обеспечение их пространственной жесткости и устойчивости. В многоэтажных зданиях это может оказать серьезное влияние на их формообразование, особенно в зданиях повышенной этажности, которые должны удовлетворять нормативным требованиям к допустимым величинам прогибов верха здания и величинам ускорения колебаний от динамической составляющей ветрового напора. Необходимо принимать во внимание следующее. Элементы жесткости любого здания работают на восприятие горизонтальных ветровых нагрузок как консоли, защемленные в грунт. По мере роста этажности соотношения ширины этих консолей (часто равной ширине зданий) к их высоте уменьшаются, т. е. «сопротивляемость» консолей понижается. Величина же горизонтальных сил возрастает с ростом этажности: растут и площадь загружения, и интенсивность ветрового напора. При соотношениях ширины зданий к высоте в пределах $^1/_4 \ldots {}^1/_6$ их жесткость и устойчивость обеспечивается грамотным проектированием элементов жесткости в пределах любых форм плана здания. При уменьшении этих соотношений до $^1/_7 \ldots {}^1/_9$ необходимо предусматривать меры по повышению пространственной жесткости зданий: более компактную форму плана; элементы жесткости желательно замоноличивать или выполнять монолитными, предусматривать дополнительные элементы жесткости в единой системе несущего остова и т. п. Дело в том, что при росте высоты здания увеличение его ширины не всегда возможно по функциональным и другим соображениям. Поэтому нужны меры и по ограничению «гибкости» остова, его устойчивости и предотвращение еще одной возможной неприятности — деформации скручивания вокруг вертикальной оси здания, что может вызвать сдвиги в наружных панелях, в оконных переплетах и т. п. Для высотных точечных зданий целесообразно усиливать жесткость наружных оболочек — например, вдоль периметров наружных стен.

XIV.3. Унификация и индустриализация решений в многоэтажном промышленном и гражданском строительстве

Курс на индустриализацию строительства, принятый в нашей стране, коренным образом изменил всю систему проектирования и строительства. На смену бесконечному числу индивидуальных проектов пришло типовое проектирование. Оно коснулось прежде всего массового жилищно-гражданского многоэтажного и всех видов промышленного строительства. Первые типовые проекты разрабатывались для отдельных отраслей, даже отдельных видов зданий и для конкретных местных условий.

Принятые в этих проектах панельных жилых домов различные решения конструктивных узлов, систем разрезки стен на панели и привязка их к модульным осям привели к необоснованному росту количества типоразмеров строительных изделий: каждый проект имел собственную номенклатуру изделий, «привязанных» к домам только данной серии. По мере внедрения таких проектов в строительство стала непомерно расширяться номенклатура изделий. В связи с этим уже на ранней стадии возникла необходимость в унификации сборных изделий, планировочных параметров и т. п. Это потребовало исследований, работы многих коллективов. Не сразу пришли к системному подходу в унификации. Например, если первоначально унификация замыкалась лишь на отрасли (отраслевая), то сейчас принята межотраслевая унификация объемно-планировочных и конструктивных решений. Во многом уже решены вопросы межвидовой унификации, когда одни и те же решения приемлемы и для производственных, и для общественных зданий.

Унификация и типизация служат основой эффективного развития индустриализации строительства. Необходимость в этом подчеркивается тем,

что принятые ранее методы типового проектирования привели и к негативным результатам. По мере выявления этих негативных сторон менялась методика типового проектирования в сторону создания типовых изделий, габаритных унифицированных схем и т. п.

К настоящему времени создан Общесоюзный строительный Каталог типовых конструкций и изделий из различных материалов для зданий и сооружений всех видов строительства. На основе и в развитие Общесоюзного созданы отраслевые и территориальные каталоги для жилищно-гражданского строительства, ориентированные на сложившиеся местные производственные и сырьевые базы. Всего в настоящее время в жилищно-гражданском строительстве используется свыше 130 каталогов, имеющих различные сферы применения, что, конечно, требует совершенствования. В стране создана мощная строительная индустрия, построено свыше 500 комбинатов, которые ежегодно вводят в строй свыше 1 млн. квартир. Столь грандиозная производственная база потребовала разработки новой системы — открытой системы типизации. Смысл ее состоит в том, что объектом типизации являются не здания или их части, а строго выверенный ограниченный сортамент индустриальных изделий, из набора которых в различных комбинациях должны комплектоваться здания, разнообразные по объемно-планировочным решениям и архитектуре фасадов.

Эта принципиально новая система типизации в значительной мере реализована в методе Единого каталога унифицированных изделий для строительства в Москве (территориальный каталог ТК1-2). В его состав входят: панельные конструкции для строительства жилых зданий; каркасно-панельные конструкции (со сборным железобетонным унифицированным каркасом) для строительства гражданских и производственных зданий. Основные положения Единого каталога: все размеры подчинены правилам модульной координации (МКРС); регламентированы правила привязки всех сборных изделий к координатным осям зданий; выявлены комбинаторики характерных архитектурно-конструктивных ситуаций; отобраны наиболее прогрессивные и экономичные виды конструкций; разработаны унифицированные узлы сопряжений конструктивных элементов; унифицированы нормативные нагрузки и ряд других параметров (теплофизических и т. п.); унифицированы ряды геометрических размеров пролетов, шагов, высот.

Геометрические параметры, принятые в качестве базы Единого каталога, подчинены определенным закономерностям, основанным на математических модульных рядах; в качестве основного принят модуль 0,6 м, а в случае необходимости — дополнительный модуль 0,3 м. На этом модульном ряде и основан каталог. Он содержит необходимую номенклатуру для строительства жилых домов с высотой этажа 2,8 м и с единым модульным рядом размеров в плане 1,2; 1,8; 2,4; ...; 6,6 м ($M=0{,}6$ м), общественных зданий с высотой этажа 3; 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 6,0 м, основанных на едином модульном ряде размеров в плане 1,8; 2,4; 3; 3,6; 4,8; 6; 7,2; 9; 12; 15; 18; 24 м.

При составлении каталога предусмотрено осуществление различных конструктивных систем зданий: панельных с узким, широким и смешанным шагом поперечных несущих стен для жилых домов; каркасных с поперечным и продольным направлениями ригелей для жилых и общественных зданий и др. Этажность жилых домов предусматривается 9, 12, 16, 25 этажей, общественных — до 30 этажей.

Каталог включает широкий набор изделий, обеспечивающий создание разнообразных архитектурно-планировочных и объемных структур зданий (дома с прямоугольной конфигурацией, угловой, ступенчатой, со сдвижкой в плане, трилистник и т. п.).

Для Каталога выбраны наиболее рациональные экономические и вместе с тем перспективные конструкции и конструктивные схемы индустриальных панельных и каркасных жилых домов, общественных и производственных зданий.

Идея Единого каталога «от изделия к проекту» допускает и такие методы типового проектирования, как блок-секционный, блок-квартирный и др. В укрупненных объемно-планировочных элементах (КОПЭ) применены изделия и методы Единого каталога (см. ниже).

Важно подчеркнуть, что применение метода Единого каталога не исключает, а, наоборот, стимулирует индивидуализацию проектных решений зданий и сооружений: смысл открытой типизации с набором взаимозаменяемых изделий состоит в выявлении возможно большего числа комбинаторных сочетаний зданий из этих изделий. Главная цель метода — преодоление существующего однообразия, а нередко и недостаточного количества объемно-планировочных решений зданий при одновременном упорядочении и сокращении общего количества типоразмеров строительных изделий. Это создает предпосылки для новой организации заводского производства по открытой системе, когда заводы выпускают широкую номенклатуру изделий, из которых могут быть собраны здания самых различных типов. Для индивидуализации архитектурных решений предусматривается: создание изменяемой номенклатуры изделий наружных стен, составляющих 20 ... 25 % общей номенклатуры выпускаемых изделий, при стабильном долгосрочном (в течение 10 ... 15 лет) изготовлении остальной части номенклатуры; создание номенклатуры архитектурных деталей фасадов (входов, венчаний, ограждений лоджий и т. п.); применение разнообразных приемов отделки — керамической плиткой, каменной крошкой, цветными бетонами и др.; все это позволит внести черты индивидуальности в решение фасадов панельных и каркасно-панельных домов.

Эти же приемы позволяют осуществлять и активную реконструкцию старой части городов, где могут строиться панельные дома требуемой высоты (6, 7, 8, 10 этажей) с индивидуальными панелями фасадов, отвечающими по своей архитектуре характеру окружающей застройки. Архитектурной выразительности и своеобразию застройки будут способствовать решения первых нежилых этажей, предназначенных для обслуживания населения: размещения предприятий торговли и коммунального обслуживания, а также для различных форм работы с населением.

Перестройка массового жилищного строительства будет сопровождаться развитием индустриальных систем и для строительства зданий общественного назначения — школ, детских садов, предприятий обслуживания населения, больниц, поликлиник и т. п.

XIV.4. Требования к перекрытиям, принципиальные схемы их решений

Междуэтажные перекрытия — одна из наиболее сложных и ответственных частей многоэтажных зданий, требующая до 20 ... 30 % общих затрат на постройке; стоимость перекрытий с полами достигает 25 ... 30 % стоимости общестроительных работ. Поэтому важно, чтобы перекрытия были индустриальны, технологичны, экономичны.

Перекрытия совмещают два вида функций: несущую и ограждающую. Ограждающие функции состоят в изоляции помещений, расположенных друг над другом, от разного рода внешних воздействий, о чем подробно сказано в § II.4. Несущие — в необходимости «нести» нагрузки, постоянные и временные (см. § II.1). В зависимости от назначения здания временные нагрузки на перекрытия могут существенно различаться — в 2, 3, ..., 10 раз и более. Для восприятия этих нагру-

зок и передачи усилий на вертикальные опоры в состав конструкции перекрытий всегда входят несущие элементы — балки, плиты (горизонтальные несущие конструкции). Они прежде всего должны обладать надлежащей *несущей способностью.*

Обеспечить несущую способность означает обеспечить восприятие конструкцией без разрушения этих нагрузок при наихудших комбинациях их сочетаний. Несущие элементы перекрытий должны обладать надлежащей жесткостью. *Жесткость* — это характеристика конструкции, оценивающая ее способность сопротивляться деформациям изгиба из своей плоскости; характеризуется величиной *прогибов* перекрытий. Нормами установлены предельные величины прогибов, при которых жесткость конструкций считается достаточной: от $^1/_{200}$ до $^1/_{400}$ доли пролета в зависимости от материала несущих элементов, класса здания по капитальности, требований к отделке потолков и т. п. Превышение этих значений может вызвать нежелательные последствия — появление трещин в нижних слоях перекрытий, что снижает их эксплуатационные качества, долговечность, ухудшает интерьер.

Несущие конструкции перекрытия должны также обеспечивать восприятие деформации изгиба и сдвига в своей плоскости, при восприятии горизонтальных нагрузок, действующих на здание: они являются горизонтальными диафрагмами *жесткости* здания и обеспечивают совместность работы всех вертикальных элементов несущего остова. Для этого должна быть обеспечена надежная связь с этим остовом: перекрытия заделываются в стены анкерными креплениями, соединяются с ригелями и колоннами каркаса сваркой закладных деталей.

Для изготовления несущих элементов перекрытий многоэтажных зданий обычно применяются несгораемые материалы: железобетон на тяжелом и легком заполнителях (керамзито-, шлако-, перлитобетонах и др.); стальной профилированный настил, металлические балки, защищенные от непосредственного воздействия огня, и т. п. Перекрытия выполняются сборными, монолитными, сборно-монолитными.

Монолитные железобетонные перекрытия изготовляют на стройке в специально изготовленной опалубке, их выполняют чаще трех видов: ребристыми, кессонированными и безбалочными (плитными) (рис. XIV.1).

Первый состоит из плиты, второстепенных и главных балок. На рисунке балки (или ребра) направлены вниз; при необходимости получить гладкий потолок устраивают перекрытие ребрами вверх, что менее экономично, так как площадь поперечного сечения верхней сжатой зоны уменьшена. Кессонированное перекрытие получают при пересечении равномерно расположенных в двух направлениях ребер одной высоты; его применяют из эстетических соображений в интерьерах общественных зданий, а также как средство облегчения собственной

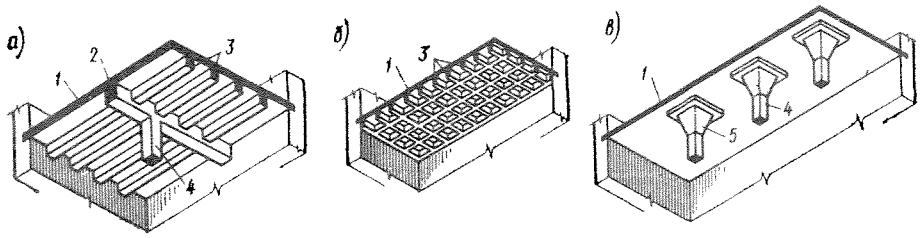


Рис. XIV.1. Типы междуэтажных монолитных перекрытий:
а — ребристое; *б* — кессонированное; *в* — безбалочное; *1* — плита; *2* — главная балка (ригель); *3* — второстепенная балка; *4* — колонна; *5* — капитель

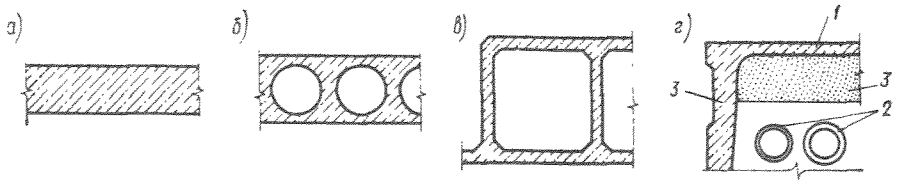


Рис. XIV.2. Типы сборных плит междуэтажных перекрытий:
а — сплошная гладкая; *б* — многопустотный настил; *в* — коробчатый настил; *г* — ребристая плита; *1* — плита; *2* — ребро; *3* — труба

массы плиты при больших пролетах. Безбалочные перекрытия опираются на колонны или через капители.

Сборно-монолитные перекрытия также выполняются на месте, но без применения опалубки: по сборным изделиям укладывают арматуру и бетон. Стальной профилированный настил, например, можно использовать в качестве опалубки плиты ребристого или складчатого профилей. После укладки арматуры и бетона получается сборно-монолитное перекрытие, в котором сам настил в значительной мере принимает на себя функции арматуры плиты. При применении керамических, легкобетонных сборных вкладышей замоноличивание является способом устройства единого, цельного перекрытия (см. § VIII.2). При применении сборных железобетонных плитных перекрытий укладка поверх них дополнительного слоя армированного бетона является способом усиления их несущей способности.

Основной же объем перекрытий многоэтажных зданий выполняется из *сборных* железобетонных элементов. Применяются две основные схемы: плитная и балочная. Плиты укладываются на стены по двум, трем или четырем сторонам. Желательно (для жилых зданий особенно) применение сборных крупноразмерных плит размером «на комнату». Это повышает звукоизоляцию перекрытий.

По кромкам плит для образования дисков перекрытий устанавливают закладные металлические детали, которые сваривают между собой на монтаже. Для организации скрытой электропроводки в плитах устраивают каналы или закладывают в них пластмассовые трубки.

При опирании плит углами на колонны можно получить один из вариантов безбалочного перекрытия в сборном исполнении. Балочные схемы — основной тип перекрытий при каркасном несущем остове: сборные плиты укладываются по ригелям.

Сборные железобетонные плиты изготовляются двух типов: с гладкими потолками и с ребрами (рис. XIV.2). Плиты с гладкими потолками: сплошного сечения толщиной 14 ... 16 см, многопустотные плиты высотой 22 и 30 см, коробчатые настилы (их описание и изображения см. гл. XXII). Первые применяются во всех видах зданий, где необходимо получить гладкие потолки. Ребристые применяют чаще в производственных зданиях. Они экономичны, особенно при больших нагрузках на перекрытия, и удобны тем, что позволяют использовать межреберное пространство для размещения труб воздуховодов, электрических кабелей и т. п.

В жилищном строительстве наиболее простой на сегодня и рациональной является конструкция междуэтажного перекрытия в виде сплошной плоской железобетонной плиты толщиной 16 см с наклейкой непосредственно по плите линолеума на упругой основе. Звукоизоляция от воздушного шума обеспечивается самой железобетонной плитой, имеющей массу около 400 кг/м^2, что погашает энергию воздушного звука, энергия же ударного звука погашается упругим слоем рулонного ковра — линолеума на мягкой основе.

В связи с этим для жилого строительства будущих лет целесообразно толщину плит принять единой для узкого и широкого шагов панельных домов (16 или 18 см), что отвечает в наибольшей мере принципам унификации, так как при этом удастся получить единые вертикальные элементы, с которыми сопрягаются плиты перекрытия, во всех схемах панельных домов — с узким шагом, широким и со смешанными шагами.

XIV.5. Монолитный железобетон в конструкциях многоэтажных зданий

Одним из путей повышения качественного уровня строительства, его эффективности, повышения архитектурного разнообразия и выразительности застройки является расширение применения монолитного железобетона.

Монолитные и сборные железобетонные конструкции не следует противопоставлять друг другу. Так, область рационального применения сборных железобетонных конструкций — массовое строительство жилых, общественных и промышленных зданий, где основной тенденцией является повышение индустриальности строительства, заводское производство изделий и их поточный монтаж на строительной площадке.

Вместе с тем имеется широкая область гражданского и промышленного строительства, где рационально применение монолитного железобетона. Это — цельномонолитные гражданские и производственные здания, которые по своему назначению, градостроительному акцентному положению не могут быть выполнены из стандартных сборных железобетонных конструкций; устройство «столов» над первыми этажами панельных зданий, располагаемых на магистралях города, которые позволят получить современные решения магазинов и других крупных предприятий обслуживания населения; сборно-монолитные конструкции многоэтажных зданий — каркасных или панельных с монолитными ядрами жесткости; монолитные плоские безбалочные перекрытия под тяжелые нагрузки, необходимые, например, для объектов продовольственной программы — холодильников, овоще-, фруктохранилищ, мясокомбинатов и т. д.; отдельные нестандартные элементы общественных и производственных зданий — опорные конструкции, порталы, перекрытия, амфитеатры и балконы и др.; большепролетные конструкции; элементы реконструкции существующих зданий—жилых, общественных и производственных.

Цельномонолитные здания — жилые, общественные, производственные — будут возводиться как с несущими стенами, так и с каркасными конструкциями в зависимости от технологических и функциональных требований (рис. XIV.3). Отличительной особенностью таких решений гражданских зданий является четкость и простота конструктивных форм, определяющая простоту и индустриальность возведения зданий: колонны — круглого или прямоугольного сечения; перекрытия — в основном безбалочные, обеспечивающие свободу в расстановке перегородок, т. е. свободу планировочных решений; вертикальные диафрагмы жесткости в таких зданиях упрощают конструкцию узлов сопряжения перекрытий с колоннами, работающими в этом случае только на вертикальные нагрузки; в перекрытиях укладываются все разводки труб для электро- и слаботочных устройств, что исключает необходимость в устройстве подвесных потолков или подсыпок под полы, в которых обычно размещают трубы.

Удачным примером сооружения из монолитного железобетона может служить аудиторный корпус МИСИ им. Куйбышева на Ярославском шоссе в Москве (рис. XIV.4). Задуманной объемно-планировочной композиции в наибольшей мере отвечало конструктивное решение из монолитного железобетона, из которого выполнены несущие внутренние (радиальные и коль-

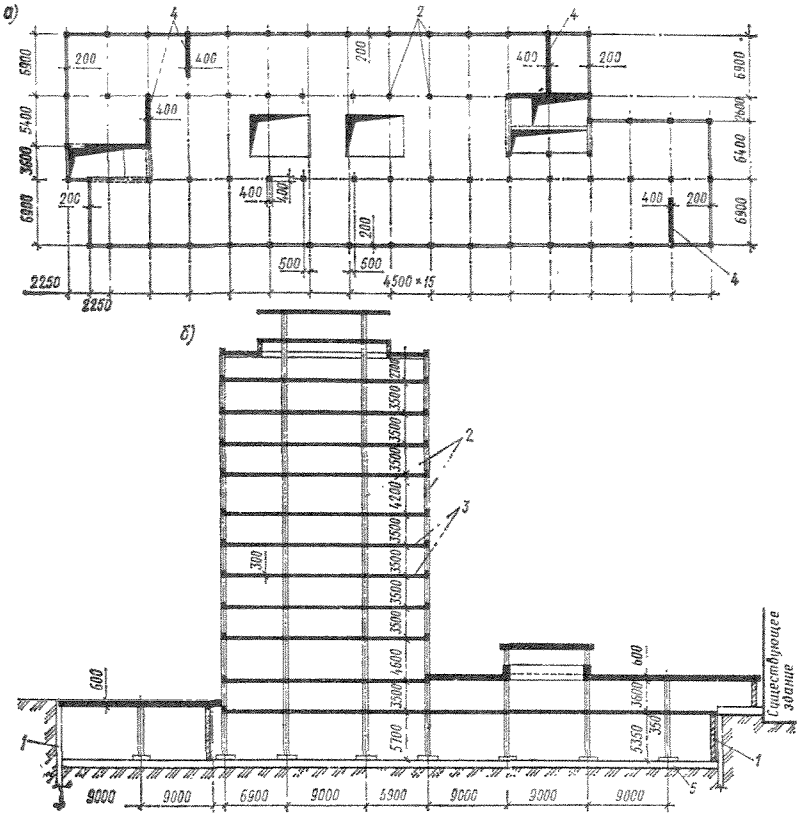


Рис. XIV.3. Конструктивная схема каркасного здания из монолитного железобетона:

а — план; *б* — разрез; *1* — стена подвала, выполненная методом «стена в грунте»; *2* — колонны; *3* — безбалочные перекрытия; *4* — диафрагмы жесткости; *5* — фундаментная плита

цевые) и наружные стены, перекрытия, покрытие, фундаменты. Наружные стены утеплены изнутри набрызгом пенополиуретана.

Аналогичные конструктивные приемы закладываются в проектах нового корпуса библиотеки им. Ленина, Музея изобразительных искусств им. Пушкина, административном здании ВЦСПС на Ленинском проспекте в Москве и др. При реконструкции центральной части города монолитный железобетон найдет применение как для строительства цельномонолитных жилых и общественных зданий (в конструкциях жилых домов с несущими стенами или с каркасными остовами общественных зданий, позволяющими получить индивидуальные объемно-планировочные решения застройки), так и при реконструкции существующих зданий — жилых, общественных и производственных, которые характеризуются случайным, нестандартным расположением несущих конструкций — для замены деревянных перекрытий, устройства каркаса или дополнительных стен; для усиления существующих конструкций — фундаментов, колонн, стен, перекрытий.

Применение для многоэтажных каркасных зданий пространственных ядер жесткости, выполняемых в монолитном железобетоне, позволяет возводить эти здания с усложненной конфигурацией в плане, с разнообразны-

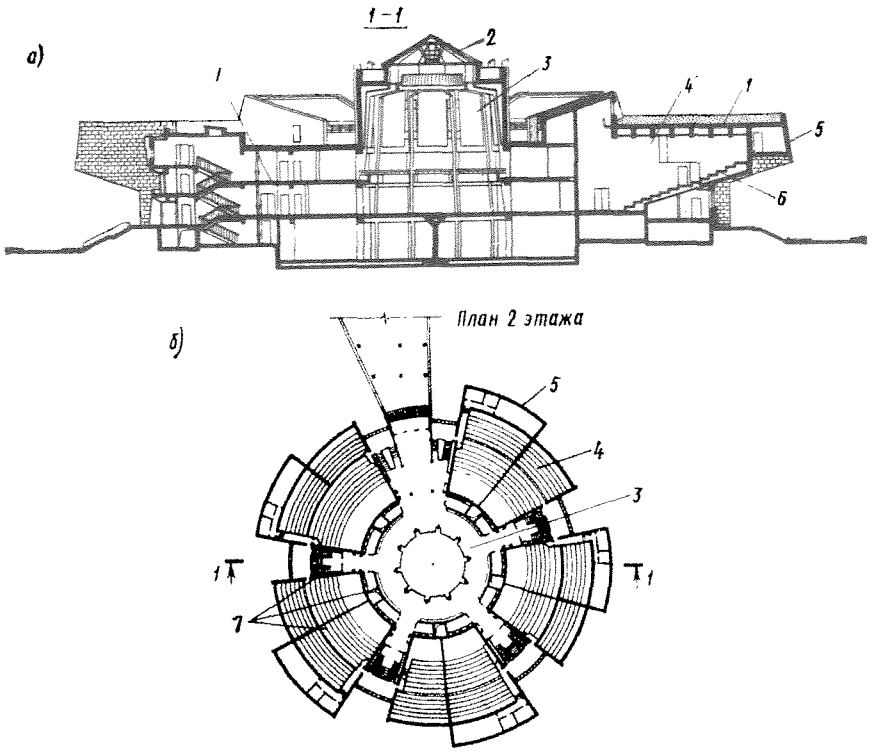


Рис. XIV.4. Аудиторный корпус МИСИ им. Куйбышева в монолитном железобетоне:
а — разрез; *б* — план 2-го этажа; *1* — монолитное перекрытие; *2* — фонарь; *3* — рекреация; *4* — аудитория; *5* — монолитная наружная стена с утеплением изнутри пенополиуретаном; *6* — монолитный амфитеатр; *7* — монолитные внутренние несущие стены

ми объемно-планировочными решениями (рис. XIV.5). В конструктивном же отношении образование сплошного, коробчатого в плане, сечения ядра жесткости вместо плоских стен жесткости во много раз увеличивает пространственную жесткость здания, а также позволяет значительно снизить расход бетона и стали. Технико-экономические исследования показали, что основные показатели строительства многоэтажных зданий с монолитным ядром жесткости по сравнению со зданиями из обычных сборных конструкций, приведенные к 1 м² полезной площади, снижаются по трудоемкости до 10 ... 15 %, по себестоимости изготовления и монтажа изделий — до 15%, по расходу стали — до 30 %, цемента — до 10 %. Скорость возведения ядра составляет 3 ... 4 м в сутки, что позволяет строить такие сооружения быстрыми темпами. Все несущие конструкции, кроме ядра жесткости, а также ограждающие и элементы «начинки» дома осуществляются в сборных железобетонных конструкциях из унифицированных изделий Единого каталога.

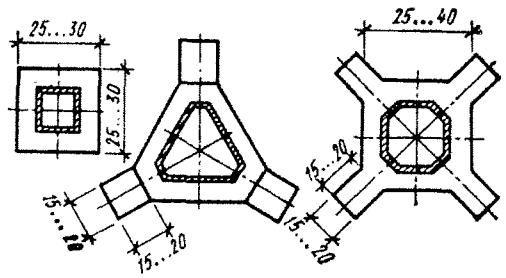


Рис. XIV.5. Схемы зданий с пространственными ядрами жесткости

Одним из эффективных направлений в строительстве многоэтажных

объектов является применение сборно-монолитных крупнопанельных жилых домов. Дело в том, что возведение зданий из стандартных панелей ограничивается высотой в пределах 20 ... 25 этажей. При такой этажности в панелях возникают значительные усилия от ветровых нагрузок, которые приводят к исчерпанию их несущей способности. Возможным решением проблемы увеличения высоты сооружений может быть сочетание панельной системы с монолитным ядром жесткости, которое воспримет все горизонтальные нагрузки, действующие на здания, «освобождая» панели для работы только на вертикальные нагрузки.

Другое направление развития многоэтажного строительства из монолитного железобетона связано с использованием легкого монолитного бетона на пористых заполнителях — одного вида бетона для несущих и ограждающих конструкций, в частности керамзитобетона класса В15 с плотностью до 1600 кг/м³.

Рациональной областью применения монолитного железобетона являются конструкции перекрытий под большие нагрузки, в частности безбалочные перекрытия. Возведение таких перекрытий методом подъема — один из прогрессивных методов. Основные особенности метода подъема перекрытий заключаются в изготовлении «пакета» перекрытий в виде плоских безбалочных монолитных железобетонных плит на уровне земли (например, на фундаментной плите или перекрытии над подвалом) и постепенном подъеме этих перекрытий по направляющим опорам (рис. XIV.6). Направляющими опорами служат сборные железобетонные или металлические колонны, а также монолитные железобетонные ядра жесткости, возводимые в переставной или скользящей опалубке. Конструкции перекрытий поднимают с помощью специальных домкратов, устанавливаемых на колоннах.

Достоинствами метода подъема перекрытий являются: возможность создавать разнообразные объемно-планировочные решения зданий как с помощью изменения конфигурации только бортовой опалубки перекрытий, так и благодаря отсутствию выступающих из перекрытий балок и ригелей, произвольному расположению в плане колонн; комплексная механизация процессов возведения зданий, удобство выполнения значительной части работ на уровне земли; возможность возводить объекты в условиях ограниченной строительной площадки (благодаря отсутствию наземных кранов и минимальных площадей для складирования материалов), что имеет особо важное значение в условиях строительства на сложном рельефе или на затесненных площадках среди существующей городской застройки.

Новой областью является применение рельефного монолитного бетона, в

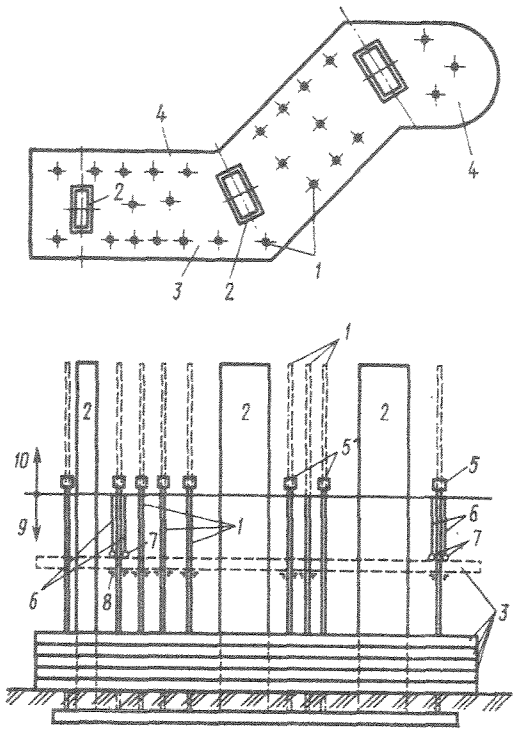


Рис. XIV.6. Схема метода подъема перекрытий:

1 — колонны; *2* — ядро жесткости; *3* — перекрытия; *4* — консоли перекрытий; *5* — домкраты; *6* — тяги; *7* — закрепление тяг к перекрытию; *8* — монтажные или временные опоры; *9* — 1-я захватка; *10* — 2-я захватка

решении фасадов и интерьеров зданий так называемого «архбетона», предусматривающего использование различных сменяемых матриц, изготовляемых, как правило, из синтетических материалов и закладываемого в опалубку перед бетонированием.

Большие возможности в развитии монолитного строительства связаны с расширением применения так называемого самонапрягающегося бетона на цементах НЦ. Этот бетон благодаря высокой плотности и соответственно водонепроницаемости позволяет эффективно решать конструкции таких элементов зданий и сооружений, где необходима водозащита, например подземные сооружения, в том числе подвалы зданий, покрытия стилобатов, кровельные покрытия, трибуны открытых спортивных сооружений, мостовые сооружения, бассейны, градирни, резервуары и т. п. Практика применения самонапрягающегося бетона показала его надежные гидроизоляционные качества при возведении ванн бассейнов, покрытий стилобатов в конструкциях трибун стадионов и других сооружений, где его применение позволяло отказаться от устройства традиционной оклеечной гидроизоляции и получить надежную долговечную гидроизоляционную защиту.

Рассматривая перспективы применения монолитного железобетона, необходимо отметнть, что речь идет о качественно новом техническом уровне его использования. Этот уровень характеризуется принципиально иным подходом ко всему комплексу вопросов его внедрения: проектированию, изготовлению опалубки, оснастки и арматурных изделий, транспортированию бетонной смеси и ее укладкн, способам интенсивного твердения бетона. Комплексное решение этих и ряда организационных вопросов позволит создать индустрию монолитного железобетона.

XV Глава. Несущие остовы гражданских многоэтажных зданий

XV.1. Стеновой остов

Как отмечено выше, стеновой несущий остов наиболее распространен при строительстве жилых многоэтажных зданий. Применяются все три системы, рассмотренные в § II.1: с поперечными, продольными и с перекрестными стенами. Преимущественная строительная система — крупнопанельная.

Конструктивная система с поперечными несущими стенами. Наиболее употребителен узкий шаг поперечных стен (до 4,8 м). Первым крупнопанельным жилым домом повышенной этажности стал построенный в 1964 г. 12-этажный дом на ул. Чкалова в Москве (рис. XV.1). Экспериментальные многоэтажные крупнопанельные 17-этажные дома построены в 1966 г. на проспекте Мира и на Смоленском бульваре. Сооружение этих домов открывало новое направление в массовом строительстве домов повышенной этажности с применением крупнопанельных конструкций.

Внутренние стены и перекрытия выполнены из плоских железобетонных панелей. Панели поперечных стен в соответствии с величиной действующих усилий приняты толщиной 16 см, плиты перекрытия — толщиной 14 см; размеры этих элементов соответствуют конструктивному шагу 3,2 м. Это позволило получить крупноразмерные плиты перекрытий, исключить промежуточные швы в пределах комнат и тем самым улучшить звукоизоляцию помещений. Основной узел сопряжения несущих конструкций — опирание плит перекрытий на внутренние несущие стены — решен в виде платформенного стыка (см. рис. XV.11). Наружные стены,—навесные панели из керамзитобетона толщиной 32 см, длиной на две комнаты. Особенностью решения стен служит выполнение всех стыков

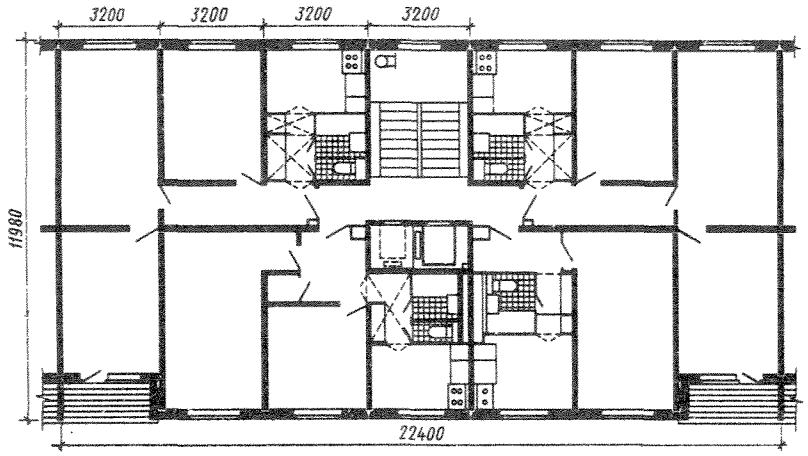


Рис. XV.1. Первый крупнопанельный 12-этажный жилой дом на ул. Чкалова в Москве. План секции

между наружными панелями внахлестку, благодаря чему вертикальные стыки между панелями (представляющие наибольшую опасность с точки зрения протекания) дополнительно защищены балконными плитами. Выполнение стыков внахлестку также удачно решает проблему температурных деформаций наружных стен, так как исключает возможность раскрытия стыков при колебаниях температуры.

Конструктивное решение 25-этажного жилого дома на проспекте Мира (рис. XV.2) является развитием принципов, заложенных в проектах построенных 17-этажных жилых домов. Эти конструктивные принципы положены в основу начавшегося в 70-е годы массового строительства многоэтажных крупнопанельных жилых домов в нашей стране. В качестве примера типовых панельных домов повышенной этажности можно привести серию 17-этажных домов П-44 (рис. XV.3). Серия включает: два шага поперечных стен (3,0 и 3,6 м); весь необходимый набор квартир; имеет прямые и угловые секции; поворотные вставки; варианты нежилых первых этажей.

Конструктивное решение домов этой серии: несущие поперечные стены толщиной 180 мм (межквартирные) и 140 мм (межкомнатные); наружные стены — трехслойные железобетонные панели «на 2 комнаты» толщиной 280 мм; перекрытия в виде плоских железобетонных плит размером на комнату толщиной 140 мм; теплый чердак, который служит для сбора воздуха из систем вентиляции, и утепленная железобетонная крыша с внутренним водостоком.

Стык внутренних стен и плит перекрытий (горизонтальный стык) — платформенный (см. рис. XV.11), в котором вертикальная нагрузка с панели на панель передается через опорные участки панелей перекрытий, опирающихся на половину толщины вертикальных несущих панелей.

Эти же принципы конструктивных решений положены в основу нового поколения крупнопанельных жилых домов различной высоты от 4 до 25 этажей, разработанных для строительства в тринадцатой и последующих пятилетках.

Из крупных панелей на основе изложенных принципов строят здания общежитий, больниц, гостиниц, т. е. здания, имеющие четкую, регулярную мелкоячеистую планировочную структуру.

Конструктивная система, построенная на широком шаге поперечных стен (6,3 м), впервые применена для зда-

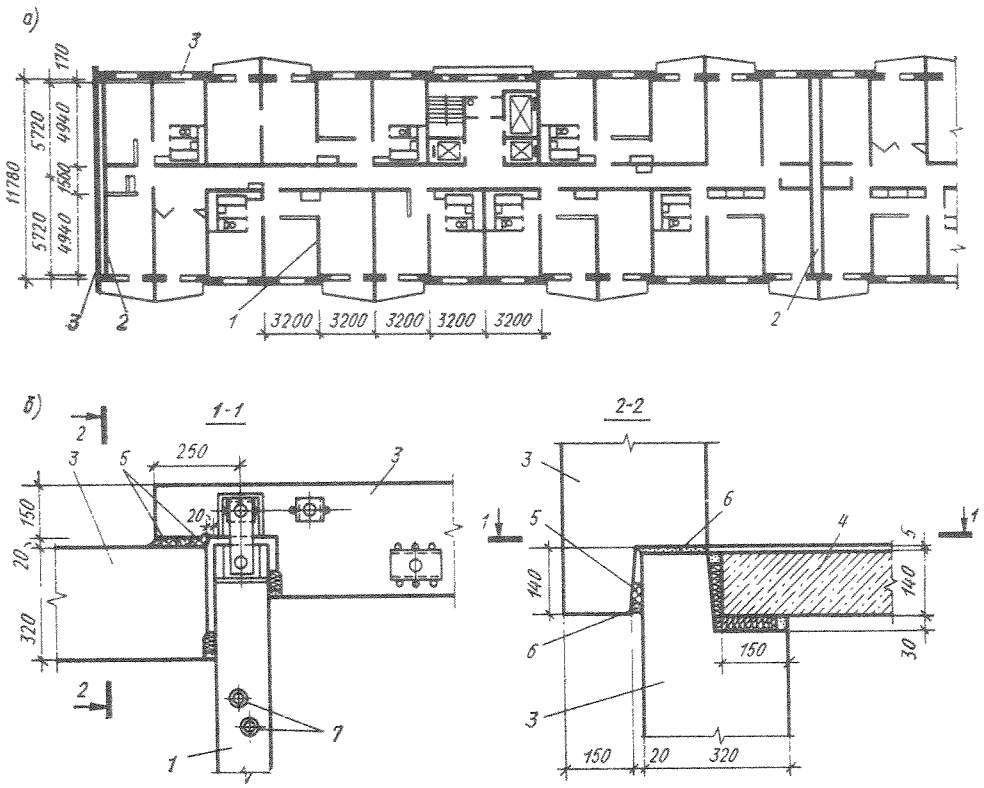


Рис. XV.2. Крупнопанельный 25-этажный жилой дом на проспекте Мира в Москве:
а — план типового этажа; *б* — узлы наружных стен; *1* — внутренняя стеновая панель; *2* — сборно-монолитные диафрагмы жесткости; *3* — навесная керамзитобетонная панель; *4* — панель перекрытия; *5* — уплотняющий жгут (гернит); *6* — раствор; *7* — стояки отопления

ний повышенной этажности при строительстве 17-этажного дома на Юго-Западе в Москве (рис. XV.4). Применение широкого шага открыло новые возможности «свободного» планировочного решения квартир: редкое расположение поперечных стен позволило получить разнообразные типы квартир в пределах шага, что создало предпосылки для более четкой унификации сборных железобетонных конструкций в жилищном строительстве; лучше осуществляется функциональное зонирование квартир (санитарные узлы располагаются около спален, а кухня — рядом с главной комнатой); создаются интересные архитектурно-конструктивные возможности в интерьере квартир (раздвижная перегородка пространственно объединяет столовую и обеденное место в кухне).

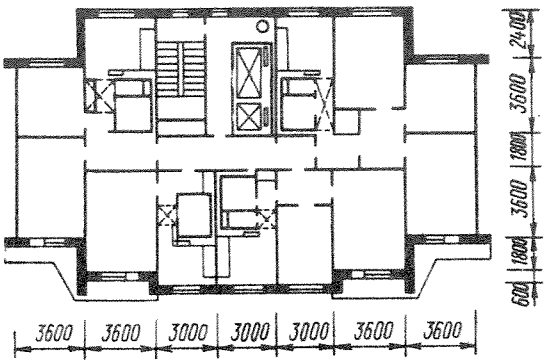


Рис. XV.3. Крупнопанельный 16—17-этажный дом серии П-44 (план секции)

Поперечные несущие стены выполнены из плоских железобетонных панелей толщиной 20 см; перекрытия — из предварительно напряженных плоских плит толщиной 16 см.

Имеет свои особенности и решение наружных стен. Они навесные, увеличенной длины — до 7 ... 11 м. Лоджии выполняются навесными. Остов первого этажа выполнен каркасным. Аналогичная конструктивная система поперечных стен принята при строительстве 16-этажных жилых домов, построенных в Северном Чертанове и других районах Москвы. Шаг поперечных стен принят 7,2 м, что дополнительно расширило планировочные возможности.

Основными недостатками конструктивной системы с широким шагом поперечных несущих стен по сравнению с конструктивной схемой с узким шагом, являются повышенная на 25 ... 30 % трудоемкость строительства, увеличенный на 15 ... 20 % расход стали и цемента; это ограничивает использование широкого шага в строительстве.

Конструктивная система с продольными несущими стенами. Попытки освободить внутренние пространства от несущих конструкций привели к использованию системы с тремя продольными несущими стенами. Пространственная жесткость таких зданий обеспечивается совместной работой продольных и поперечных межсекционных стен, а также перекрытий. Перекрытия из многопустотных настилов с замоноличенными стыками представляют собой горизонтальные диски жесткости, передающие ветровые нагрузки на стены лестничных клеток.

Принципиально такое расположение несущих конструкций с пролетами 5,4 ... 6 м в наибольшей мере освобождают площадь дома от внутренних стен. Однако это решение вступает в противоречие с конструктивной целесообразностью: при однослойных конструкциях ограждений, выполненных из керамзитобетона, предельная высота дома, определяемая прочностью материала и технико-экономическими показателями, ограничивается девятью этажами.

Наружные керамзитобетонные стены выполняются в этом случае толщиной 40 см, из керамзитобетона класса В 5 плотностью 1200 кг/м³. Продольная внутренняя стена из бетонных панелей толщиной 27 см. При строительстве кирпичных и блочных жилых домов эта же конструктивная система применяется высотой до 12 этажей.

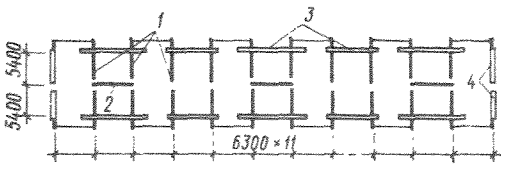


Рис. XV.4. Крупнопанельный 17-этажный жилой дом с широким шагом поперечных стен. Конструктивная схема:

1 — поперечные несущие панели; *2* — продольная стеновая панель; *3* — наружные ленточные стеновые панели; *4* — торцовые железобетонные трехслойные панели

Конструктивная система с перекрестными несущими стенами в зданиях повышенной этажности нашла ограниченное применение и это не случайно. При наличии поперечных несущих стен нецелесообразно устраивать и фасадные панели несущими ради опирания на них плит перекрытий. Такое решение имеет смысл только для небольших зданий до 6 ... 9 этажей. Для более высоких зданий логично стремление к всемерному облегчению наружных стен, используя полностью для загружения плитами только внутренние (с опиранием по трем сторонам, включая внутреннюю продольную). При высоте зданий более 10 ... 12 этажей решение с навесными наружными стенами является оптимальным.

Несущий остов каменных зданий. Дома с несущими каменными стенами пока еще составляют значительную долю в жилищно-гражданском строительстве городов, хотя и постепенно вытесняются индустриальными и прежде всего крупнопанельными системами.

Несмотря на трудоемкость ручной кладки, каменные конструкции будут применяться в строительстве различных зданий и сооружений, в том числе жилых и общественных, благодаря архитектурным преимуществам и эксплуатационным достоинствам.

Каменные стены здания возводят из глиняного и силикатного кирпича, керамических пустотелых блоков, из искусственных и естественных камней правильной формы на известково-песчано-цементном или песчано-цементном растворах. Различают камни для «одноручной» кладки: кирпич (глиняный и силикатный, полнотелый и пустотелый) массой до 4,5 кг и камни для «двухручной» кладки — керамические пустотелые камни плотностью до 1200 кг/м³, из автоклавного ячеистого бетона плотностью до 800 кг/м³. Камни для двухручной кладки имеют массу 8 ... 16 кг. Приемы кладки стен см. разд. II.

Для улучшения технико-экономических и теплотехнических показателей кирпичные стены выполняют из эффективных облегченных кладок, также рассмотренных в разд. II. В облегченной кладке возводят верхние 3 ... 5 этажей.

Системы несущих остовов многоэтажных каменных зданий не отличаются от рассмотренных выше для панельных зданий: употребляются несущие остовы с продольными или поперечными несущими стенами, смешанные системы с опиранием перекрытий на продольные и поперечные стены, комбинированные системы с несущими наружными стенами и внутренним каркасом — неполный каркас, а также каркасные схемы с самонесущими каменными наружными стенами.

При поперечных несущих стенах продольные каменные стены — самонесущие—выполняют только функции ограждающей конструкции. Кроме того, продольные наружные стены в этом случае являются элементами жесткости, обеспечивая вместе с лестничными клетками продольную устойчивость несущего остова. Пространственная жесткость здания обеспечивается надежным соединением продольных и поперечных стен в местах их пересечения и связью стен с перекрытиями.

Свободная длина продольных стен в пределах между поперечными связями по нормам СНиПа при сборных железобетонных перекрытиях может доходить до 48 м.

Устойчивость зданий при продольных несущих стенах обеспечивается поперечными стенами — торцовыми, межквартирными, а в некоторых случаях — специальными поперечными стенами жесткости.

Неполный каркас применяется в целях экономии стеновых материалов. Неполный каркас используют также при наличии в нижних этажах магазинов и других предприятий обслуживания населения, планировка которых не допускает устройства часто расположенных стен. При неполном каркасе панели перекрытий опираются на ригели, уложенные по колоннам каркаса.

Каменные материалы, обладающие большой плотностью, имеют высокую теплопроводность, а поэтому наружные стены по теплотехническим соображениям приходится устраивать значительной толщины — от 38 до 77 см.

Толщина стен в нижних этажах домов выше 6 этажей увеличивается для обеспечения необходимой несущей способности, а в некоторых случаях для этой цели в нижних этажах устраиваются специальные местные утолщения стен (пилястры) или их усиливают железобетоном, работающим совместно с каменной кладкой (так называемая «комплексная кладка»).

Повышение несущей способности каменных стен и столбов может быть также достигнуто путем применения в нижних этажах материалов повышенной прочности и армированием швов кладки горизонтальными сетками из проволоки диаметром 4 ... 5 мм.

Толщина несущих внутренних стен принимается в нижних этажах 640 мм (2,5 кирпича) и 770 мм (3 кирпича), а в верхних этажах — 380 мм (1,5 кирпича). Толщина наружных несущих стен в нижних этажах 640 ... 770 мм, в верхних этажах для климатических условий средней полосы, например, Москвы, — из пустотелого кирпича или керамических камней толщиной 510 мм.

Декоративные свойства кирпичным стенам придают устройством фасадного ряда из лицевых кирпичей или керамических камней с расшивкой швов либо облицовкой закладными керамическими или бетонными плитами, которые устанавливают по ходу кладки. Для уникальных зданий применяют облицовку плитами естественного камня.

Венчающую часть каменной стены — карниз или парапет — решают в соответствии с принятой в проекте конструкцией крыши и системой водоотвода (наружного или внутреннего).

Междуэтажные перекрытия многоэтажных зданий с каменными стенами выполняют из сборных железобетонных многопустотных плит. Остовы каменных зданий высотой 10 ... 14 этажей обычно решаются по принципу стенового остова с неполным каркасом, с плитами перекрытий, опирающимися на наружные кирпичные стены и на продольные ригели каркаса.

Определенное достоинство такого конструктивного решения состоит в исключении сильно нагруженной внутренней кирпичной стены, что снижает трудоемкость строительства и создает возможности более гибких планировочных решений. Такие решения принимались в ряде случаев для домов высотой до 14 этажей. Дальнейшее повышение этажности экономически нецелесообразно, так как требует увеличения толщины наружных кирпичных стен для повышения их несущей способности. Поэтому пределом целесообразности применения конструктивной схемы с несущими (обычно продольными) кирпичными стенами следует считать 14 этажей.

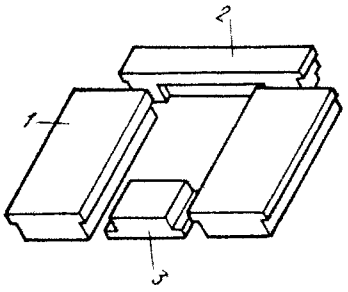


Рис. XV.5. Крупноблочные наружные стены. Разрезка стен на блоки:

1 — простеночный; *2* — перемычечный; *3* — подоконный

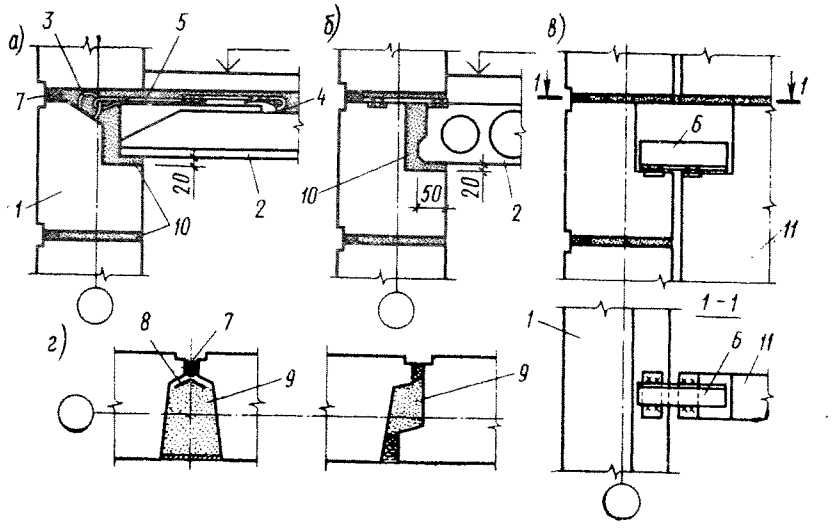


Рис. XV.6. Детали стыков крупноблочных стен:

а, б — примыкания перекрытий к наружным стенам; *в* — сопряжение с блоком внутренней стены; *г* — вертикальный стык; *1* — перемычечный блок; *2* — настил перекрытия; *3* — подъемная петля стенового блока; *4* — то же, настила перекрытия; *5* — стальной анкер; *6* — стальной уголок; *7* — герметизирующая мастика по гернитовому жгуту; *8* — обклейка рулонным гидроизоляционным материалом; *9* — легкий бетон; *10* — цементный раствор; *11* — блок внутренней стены

Многоэтажные крупноблочные здания повторяют конструктивные схемы кирпичных домов (рис. XV.5, XV.6).

Наружные стены выполняют из легкобетонных блоков с двухрядной разрезкой, в системе которой основными являются простеночные блоки и блоки-перемычки. На глухих (безоконных) участках стен вместо перемычек применяются поясные блоки. Толщину легкобетонных блоков наружных стен принимают 400, 500, 600 мм в зависимости от климатических условий строительства. Внутренние стеновые блоки выполняют из тяжелого бетона с вертикальными круглыми пустотами толщиной 400 и 500 мм в зависимости от высоты дома, т. е. от величины действующих усилий.

В местах пересечений внутренних и наружных стен обеспечивается перевязка поясных блоков и свариваются закладные стальные детали блоков. Для обеспечения надежной пространственной работы здания выполняют анкеровку перекрытий в стенах.

По уровню индустриальности крупноблочные системы занимают промежуточное положение и являются как бы переходными между кирпичными и крупнопанельными. В перспективе по мере развития базы крупнопанельного домостроения блочные конструкции уступят место более индустриальным и совершенным — крупнопанельным системам.

Выбор конструктивных систем жилых домов повышенной этажности. Сложность экономического сопоставления рассмотренных зданий, выполненных по различным конструктивным системам, определяется влиянием целого ряда факторов — различием объемно-планировочных решений, выбором материалов и конструкций для отдельных элементов, индивидуальным подходом того или иного проектировщика к конструированию элементов. Влияние на стоимость только планировочных факторов может достигать 20 %. Для зданий высотой до 16 ... 17 этажей среди строительных систем — крупноблочной, каркасно-панельной и крупнопанельной — преимуществами по основным показателям обладает крупнопанельная. Наиболее решительно в пользу панельных домов говорят показатели трудоемкости, которая оказывается для панельных домов в 2,5 ... 3 раза ниже, чем для каркасных.

Приведенные показатели обусловливают целесообразность для 16 ... 25-этажных жилых домов бескаркасных несущих остовов.

Исследования показывают, что наиболее экономичными типами зданий по расходу стали, цемента и бетона, по затратам труда и стоимости являются крупнопанельные дома с конструктивной системой в виде поперечных несущих стен, расположенных с узким шагом. Именно поэтому такая система получила наибольшее распространение в строительстве.

Повышение этажности крупнопанельных домов от 5 до 9, затем до 12 и, наконец, до 17 и 25 этажей в пределах единой конструктивной системы не приводит к резкому увеличению расхода материалов и повышению трудоемкости.

Новые направления развития многоэтажного индустриального домостроения. Как показывает практика строительства панельных домов повышенной этажности, обычные панельные конструкции могут применяться в домах не выше 25 этажей. Уже при такой высоте в конструкциях панельных домов возникают дополнительные и довольно значительные усложнения, связанные с трудностями обеспечения пространственной жесткости.

Наиболее целесообразный метод повышения жесткости зданий — компоновка плана панельного дома с развитыми на всю его ширину поперечными стенами, которые в этом случае будут обладать достаточно высокой жесткостью и в зданиях высотой до 16 ... 17 этажей относительно легко воспринимать горизонтальные нагрузки.

Другое направление в поисках новых конструктивных решений панельных зданий большой этажности также

связано с применением монолитного железобетона. Одна из возможных конструктивных схем представляет собой монолитный железобетонный ствол, из которого «выпущены» на нескольких уровнях мощные железобетонные консольные полые плиты, являющиеся как бы платформами для опирания домов-блоков любой панельной конструкции (рис. XV.7).

Разновидность этой системы — сборно-монолитная железобетонная конструкция, в которой пространственная система диафрагм в виде ядра жесткости выполняется в монолитном железобетоне (например, в той же подвижной опалубке) и к этому ядру «привязывается» сборная панельная конструкция, работающая здесь только на вертикальные нагрузки (рис. XV.8). Панельные дома такой конструкции могут возводиться высотой до 30 ... 35 этажей.

Методы типизации в крупнопанельном домостроении. На первом этапе крупнопанельного домостроения объектом типизации был типовой жилой дом. Это привело к монотонности, к невозможности достичь разнообразия в архитектуре застройки. Следующим методом стал блок-секционный, в котором законченным объектом типизации являлись блок-секции, из набора которых создавалась объемно-пространственная композиция застройки. Для разнообразия композиционных решений разработаны блок-секции широтные и меридиональные, прямые и угловые, со сдвижкой в плане, поворотные вставки и т. п. Этот метод получил наибольшее распространение в массовом строительстве в нашей стране.

Поиски разнообразия в индивидуальном строительстве привели к разработке блок-квартирного метода, в котором объектом типизации являлась квартира. Однако он не нашел практического применения в связи с нестабильностью заводского производства деталей и необходимостью в каждом случае разрабатывать, по существу, индивидуальные проекты панельных домов.

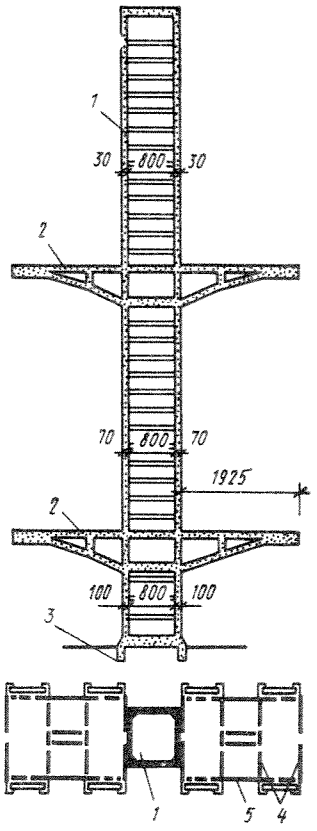


Рис. XV.7. Конструктивная схема с монолитным стволом, поддерживающим на консолях панельные конструкции. План и разрез (панельные конструкции на разрезе условно не показаны):

1 — монолитный железобетонный ствол; *2* — консоль; *3* — фундамент; *4* — несущие поперечные панели; *5* — навесные наружные панели

Новым методом явился разработанный в Моспроекте № 1 метод компоновочных объемно-планировочных элементов (КОПЭ), в котором объектом типизации стали фрагменты (конструктивно-планировочные ячейки) жилой секции высотой от фундамента до крыши, способные по определенным правилам блокироваться с другими аналогичными фрагментами системы, создавая тем самым различные по композиционным, демографическим и другим условиям объемно-планиро-

вочные решения жилых домов высотой 18 ... 22 этажа (рис. XV.9).

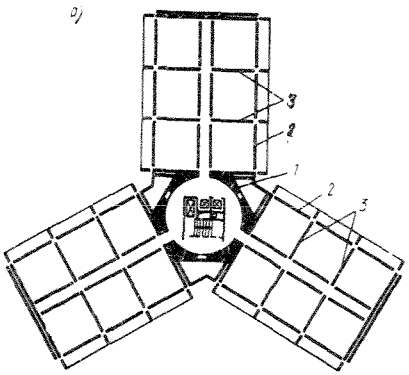
Достоинством метода является высокая степень повторяемости типовых индустриальных изделий благодаря жесткой унификации планировочных параметров в различных фрагментах и в таких элементах здания, как лестнично-лифтовые узлы, конструкции нулевых циклов, чердака и т. п.

Метод предполагает открытую систему типизации фасадных панелей, создавая тем самым дополнительные средства для разнообразия архитектуры застройки.

Конструкции несущих стен и узлы опирания перекрытий. Наиболее рациональными конструкциями несущих стен с позиций всего комплекса требований — прочностных, технологических, экономических — являются поперечные стены из плоских несущих железобетонных панелей. Это решение стало, по существу, единственным и для зданий повышенной этажности. В настоящее время плоские панели для зданий высотой 9 ... 12 этажей выполняются толщиной 16 см. Такая толщина продиктована не только условиями прочности, но и требованиями звукоизоляции от воздушного шума.

Можно рекомендовать увеличение толщины панелей межквартирных стен до 18 см. При повышении этажности домов с узким шагом, например до 16 ... 17 этажей, переход на толщину стен 18 см определяется не только условиями звукоизоляции, но и прочности, а также противопожарными требованиями. При больших нагрузках, например в системах с широким шагом несущих стен, в домах высотой 16 этажей и более целесообразно увеличить толщину поперечных стен до 20 см.

За рубежом в большинстве случаев внутренние стены также применяются в виде плоских панелей размером на комнату из бетона класса В20 толщиной 15 ... 20 см.



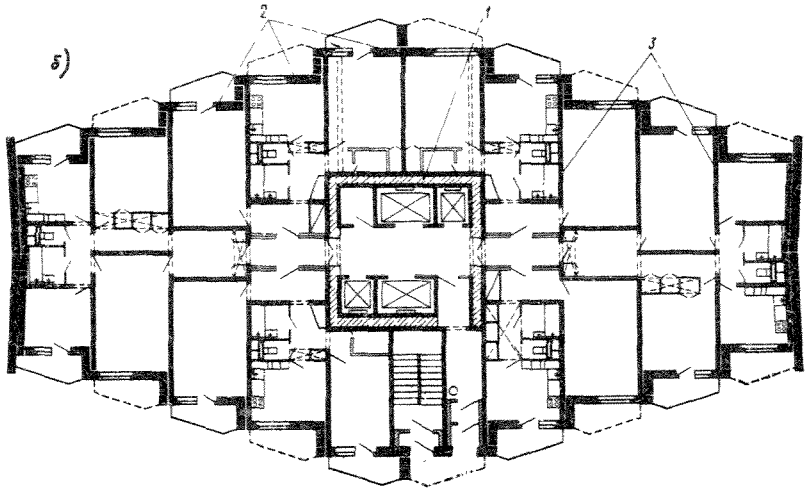


Рис. XV.8. Схема панельного дома с ядром жесткости (план типового этажа):
а — с монолитным ядром; *б* — со сборно-монолитным ядром; *1* — ядро жесткости, *2* — навесные наружные панели; *3* — панели поперечных стен

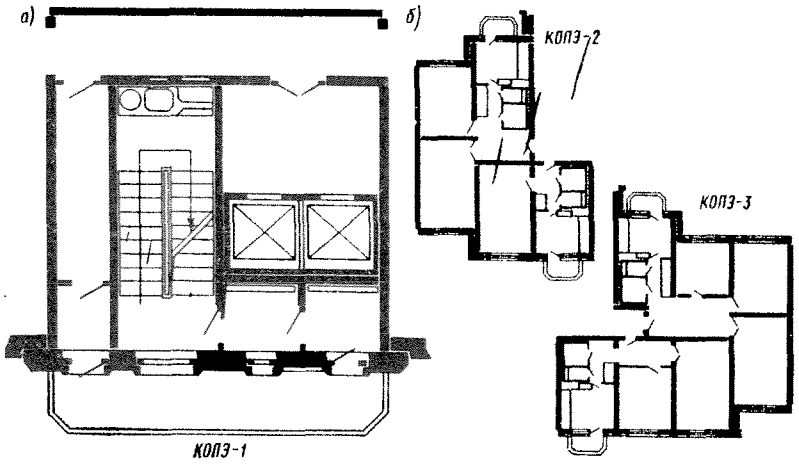


Рис. XV.9. Примеры компоновочных объемно-планировочных элементов (КОПЭ):
а — КОПЭ лестнично-лифтового узла; *б* — КОПЭ вариантов квартир

Панели внутренних стен подразделяют на сплошные (беспроемные), с проемами (рис. XV.10) и с разновидностью — типа «флажок». В гранях дверных проемов устанавливают деревянные пробки для крепления дверных коробок. Для устройства каналов для скрытой сменяемой электропроводки в панель закладывают пластмассовые трубы. Применяется также более простая бесканальная электропроводка в специальных пластмассовых плинтусах.

Передача вертикальных усилий в горизонтальных стыках между несущими панелями представляет наиболее сложную задачу крупнопанельного строительства.

В практике нашли применение четыре основных типа соединений (рис. XV.11):

платформенный стык, особенностью которого является опирание перекрытий на половину толщины поперечных стеновых панелей, т. е. ступенчатая передача усилий, при которой усилия с панели на панель передаются через опорные части плит перекрытий;

зубчатый стык, представляющий модификацию стыка платформенного типа, обеспечивает более глубокое опирание плит перекрытий, которые наподобие «ласточкина хвоста» опираются на всю ширину стеновой панели, а усилия с панели на панель передаются через опорные части плит перекрытий;

контактный стык с опиранием перекрытий на выносные консоли и непосредственной передачей усилий с панели на панель;

контактно-гнездовой стык с опиранием панелей также по принципу непосредственной передачи усилий с пане-

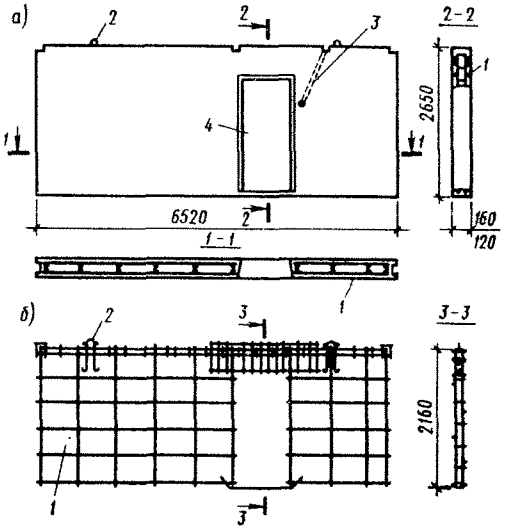


Рис. XV.10. Конструкция панели внутренних стен:
а — общий вид панели; *б* — арматурный каркас; *1* — арматурный каркас; *2* — подъемные петли; *3* — канал для электроразводок; *4* — дверной проем

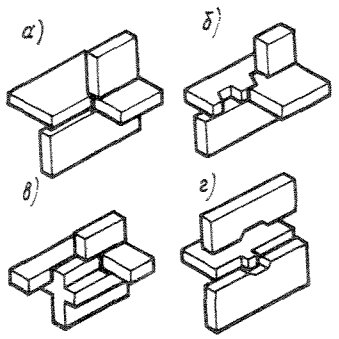


Рис. XV.11. Типы горизонтальных стыков между несущими панелями:
а — платформенный; *б* — зубчатый; *в* — контактный на выносных консолях; *г* — контактно-гнездовой

ли на панель и опиранием перекрытий через консоли или ребра («пальцы»), выступающие из самих плит и укладываемые в специально оставленные в поперечных панелях гнезда.

Обобщение опыта применения различных конструктивных решений несущих стен и узлов опирания перекрытий позволяет рекомендовать при создании новых типов зданий следующие конструкции.

Основным типом узла опирания перекрытий на несущие стены продолжает оставаться платформенный стык (рис. XV.11, *а*) — наиболее простой в выполнении и достаточно надежный при высоте панельных домов в пределах 25 этажей.

Основным решением несущих стен по-прежнему будут оставаться плоские железобетонные панели. В целях повышения эксплуатационных звукоизолирующих качеств рекомендуется увеличить толщину панелей до 18 см, что одновременно позволит применять их для домов высотой 16 ... 18 этажей.

XV.2. Каркасный остов

Возведение зданий каркасной конструкции началось в конце прошлого века и довольно быстро распространилось по странам Америки и Европы. Конструкции каркасных зданий за это время прошли значительную эволюцию. Обобщение и анализ опыта зарубежного и отечественного каркасного строительства позволил выявить определенные тенденции его развития и выбрать наиболее рациональные конструктивные схемы для применения в отечественном многоэтажном строительстве.

Первым зданием каркасной конструкции в США следует считать построенное архитектором Дженнеем в 1883 г. 10-этажное здание с чугунными внутренними и наружными колоннами, поддерживающими перекрытия. В этом здании наружная стена самонесущая — несет только собственный вес и не поддерживает перекрытия. В связи с таким, новым тогда изменением функции стен возникла необходимость в конструкциях, которые должны были обеспечивать пространственную жесткость и устойчивость многоэтажных зданий. Ими стали жесткие вертикальные плоскости каркаса, предназначенные создавать совместно с горизонтальными жесткими плоскостями-перекрытиями необходимую пространственную жесткость и устойчивость здания. Стены же стали применять навесными. В годы, предшествующие второй мировой войне, ведется интенсивное строительство небоскребов с применением стального каркаса.

В начале XX в., после научного обоснования методов расчета железобетонных конструкций, железобетон находит применение и для каркасов многоэтажных зданий.

При проектировании железобетонных каркасов схемы стальных каркасов были повторены без существенных изменений. Однако железобетонные каркасы получили в американской практике многоэтажного строительства значительно меньшее распространение, чем стальные. Анализ практики строительства многоэтажных зданий в США до 1945 г. показывает, что конструктивные решения каркасов не объединены общей идеей и направлением проектирования, в большинстве своем достаточно сложны и неэкономичны. Усложненные объемно-планнровочные решения приводили соответственно к усложнению конструкции каркаса.

Для европейской практики многоэтажного строительства характерно широкое использование монолитных железобетонных каркасов. В последние годы в строительстве многоэтажных зданий в странах Европы начинают применяться и сборные железобетонные конструкции. Наиболее характерные особенности современного многоэтажного каркасного строительства в Европе: использование конструктивных схем каркасов связевой системы с выполнением диафрагм жесткости в виде монолитных стенок; стремление к увеличению размеров модульных ячеек каркаса ради получения широкой свободы в планировочных решениях, даже в ущерб расходу материалов — стали и бетона.

В современной американской практике строительства многоэтажных зданий наряду с традиционными в последнее время появился ряд новых решений. В отдельных высотных сооружениях привычный тип каркаса с кирпичным заполнением наружных ограждений между колоннами заменяется конструкцией, состоящей в плане из двух концентрических, входящих одна в другую, стен, которые образуют совместно работающее внутреннее ядро и наружную «оболочку» — «каркасную стену» — с опирающимися на них междуэтажными перекрытиями. Эта система получила название «труба в трубе» (рис. XV.12). Несколько зданий такой ядрооболочковой конструкции уже возведено.

Таким образом, эволюция конструктивной системы наружных ограждений — несущие и самонесущие тяжелые каменные стены, затем превращение их в навесные ограждения—снова привела к возвращению им функции несущей конструкции, но уже в новом качестве.

Развитие конструктивных систем каркасных зданий в Советском Союзе и особенности их работы. Значительную роль в развитии строительной техники в многоэтажном строительстве сыграло возведение первых высотных зданий в Москве в 1950—1953 гг. В первых московских высотных зданиях нашли применение каркасы всех трех схем: рамной, рамно-связевой и связевой. Можно проследить четкую направленность в развитии конструктивных схем каркасов первых московских высотных зданий: от рамной к связевым. Достоинства каркасов рамной схемы — относительно свободная планировка — достигаются в ущерб требованиям экономии стали, обеспечению высокой жесткости каркаса и уменьшению трудоемкости выполнения. Более рациональны для большинства объемно-планировочных решений зданий каркасы связевой схемы, применение которых обеспечивает необходимую жесткость каркаса при одновременном снижении расхода стали.

Качественно новой конструктивной формой каркаса связевой схемы стал каркас с пространственной системой связей (рис. XV.13). Рациональность применения таких систем возрастает с увеличением этажности здания.

Второй по степени важности проблемой по изысканию рационального решения каркаса является выбор материала. В первых московских высотных зданиях нашли применение два разных по материалу типа каркаса: стальной и железобетонный с жесткой арматурой. Сопоставление железобетонных и стальных каркасов показывает, что преимуществами с точки зрения экономии стали и жесткости обладают железобетонные.

Конструктивные решения в многоэтажном каркасном строительстве 70-х годов. Поиски наиболее рациональных конструктивных схем многоэтажных зданий, отвечающих современному уровню индустриализации и развития строительной техники, привели к появлению принципиально новых в мировой практике строительства конструктивных решений. Главной особенностью многоэтажного строительства стало широкое использование сборного железобетона, впервые применяемого для такого рода сооружений.

Применение сборного железобетона потребовало прежде всего унифи-

кации основных параметров зданий, с тем чтобы получить наименьшую номенклатуру изделий.

Определились следующие принципы унификации: по высоте этажей: 1) для жилых каркасно-панельных зданий — 3 м, для зданий административного назначения, лечебных учреждений, зданий торгового назначения, учебных заведений и т. п. — 3,3 и 3,6 м с дополнительной высотой, в основном для первых этажей — 4,2 м; 2) для зданий специального назначения — конструкторских бюро, научно-исследовательских институтов, лабораторных корпусов, крупных торговых предприятий и т. п. — 3,6; 4,2; 4,8; 6 м; по размерам ячейки в плане: 1) для зда-

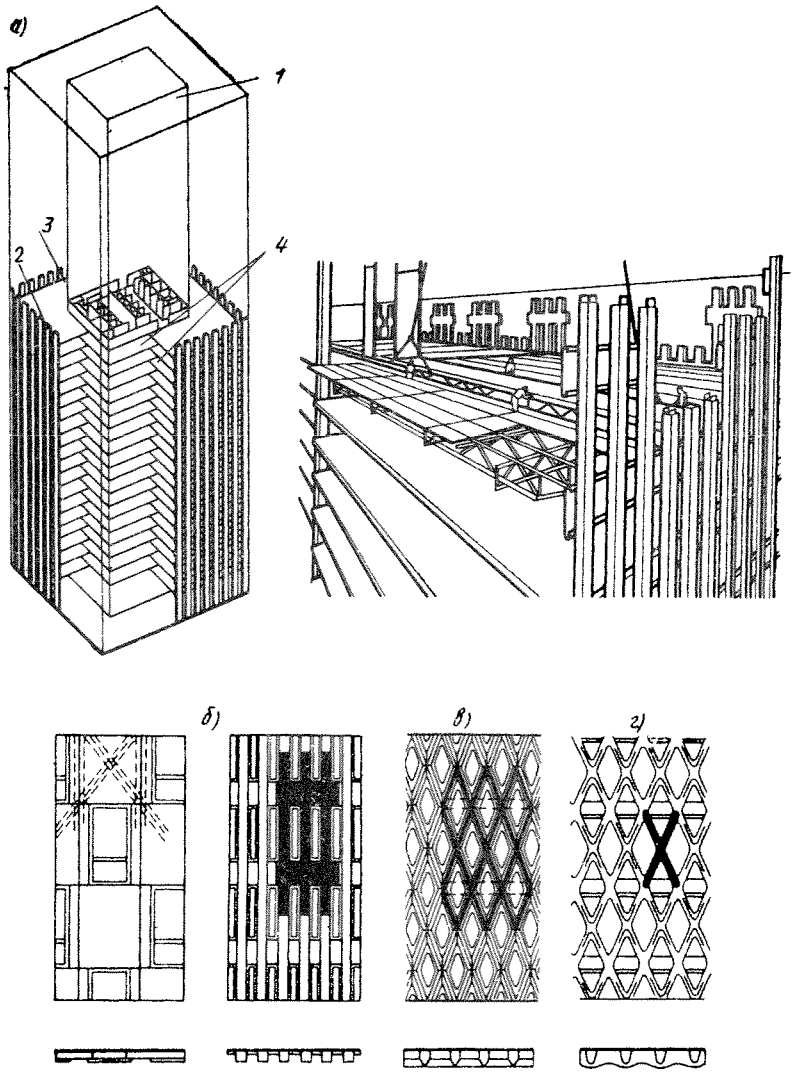


Рис. XV.12. Ядрооболочковая конструктивная схема высотного здания:
а — общая схема; *1* — внутреннее ядро жесткости; *2* — наружная оболочка, состоящая из часто расположенных колонн и ригелей — развитых надоконных перемычек; *3* — свободные от несущих конструкций рабочие площади; *4* — перекрытия; *б* — наружная оболочка в виде безраскосной фермы; *в* — наружная оболочка в виде диагональной (стальной) раскосной конструкции; *г* — наружная оболочка в виде диагональной (железобетонной) раскосной конструкции

ний первой группы, т. е. с высотой этажей 3; 3,3; 3,6 м — 6×6 м, с дополнительным шагом 3 м и с увеличенным шагом 9 м; 2) для зданий второй группы, т. е. зданий специального назначения, в которых технологические требования диктуют необходимость применения увеличенных пролетов и определяют повышенные величины нагрузок на перекрытия, приняты увеличенные ячейки 9×9, 9×6, 6×6 м с дополнительным шагом 3 м.

Оптимальным решением при проектировании каркасов связевой системы является пространственная компоновка связей в виде связевого ядра жесткости (рис. XV.13). Если по архитектурно-планировочным соображениям такая компоновка связей невозможна, связевые диафрагмы могут быть выполнены плоскими при обязательном условии проектирования их сквозными на всю ширину здания. Благодаря высокой жесткости таких систем расстояние между связевыми стенками может быть увеличено до 48 м, что обеспечивает необходимую гибкость планировки (особенно ценную в общественных сооружениях).

В дальнейшем будет последовательно и настойчиво расширяться номенклатура унифицированного каркаса. Освоение всего набора изделий номенклатуры, т. е. изделий для полного модульного ряда пролетов, создает высокую вариабельность и гибкость каркаса (что является основным достоинством каркасного остова по сравнению со стеновым — панельным, блочным и т. п.).

Проектные проработки последнего времени показали, что на этой номенклатуре изделий каркаса удается получить широкое разнообразие объемно-планировочных решений для зданий различного назначения, конфигурации и высоты.

Создание набора изделий фасадов для образования лоджии, эркеров, ризалитов, пилястр и т. п. позволит создать выразительные пластические архитектурные решения. Таким образом, при создании унифицированного каркаса удалось получить каталог изделий, из которых могут собираться разнообразные здания и сооружения (т. е. здесь в значительной мере преодолеваются противоречия между архитектурным творчеством и индустриальностью конструкции).

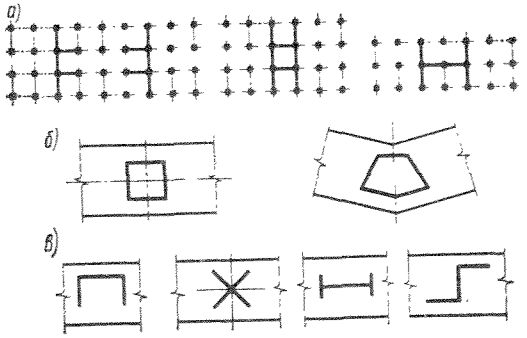


Рис. XV.13. Варианты компоновки пространственных связевых систем:
а — диафрагмы жесткости; *б* — ядра жесткости; *в* — сочетания стен жесткости

В отношении вариабельности сборный железобетонный каркас при этих условиях перестает уступать традиционному стальному, обладая значительными экономическими преимуществами и высокой индустриальностью.

Перспективным направлением, которое значительно расширяет возможности сборного унифицированного каркаса, являются его сочетания с монолитным железобетоном, выполняемым наиболее индустриальными методами, например в подвижной опалубке (рис. XV.14). Применение индустриального монолитного железобетона для таких элементов каркаса, как пространственные ядра жесткости, позволяет не только наиболее рациональным путем обеспечить жесткость (что становится сложнее с возрастанием высоты здания), но и открывает новые возможности для создания интересных архитектурных решений.

Проведенные проектные проработки показывают, что такая конструкция каркаса может применяться для зданий высотой до 40 ... 50 этажей.

Принципиальное конструктивное решение унифицированного сборного

железобетонного каркаса с монолитными ядрами жесткости, выполняемыми индустриальными методами, позволило использовать каркас в условиях высокой сейсмичности. Разработаны унифицированные решения монолитных ядер жесткости различных размеров и конфигурации с использованием индустриальной металлической опалубки.

Сборный железобетонный унифицированный каркас (рис. XV.15) колонны. Колонны каркаса приняты сечением 400×400 мм, высотой на два-три этажа. Такие колонны по своей несущей способности прн обычном армировании могут применяться в зданиях высотой не более 16 этажей.

Серьезную инженерную задачу представляет выполнение колонн для нижних этажей, нагрузки на которые достигают 15 000 ... 20 000 кН. Для увеличения несущей способности колонн под большие нагрузки есть несколько путей: развитие сечений колонн до размеров 60×60, 80×80 см и т. д.; повышение марки бетона; применение в колоннах жесткой несущей арматуры. При больших нагрузках целесообразно сечение со стальным сердечником.

Узел сопряжения ригеля с колонной. Традиционным решеннем узла, общепринятым в каркасах промышленных и гражданских зданий, служит опирание ригеля на выступающую консоль. Такая конструкция узла мало

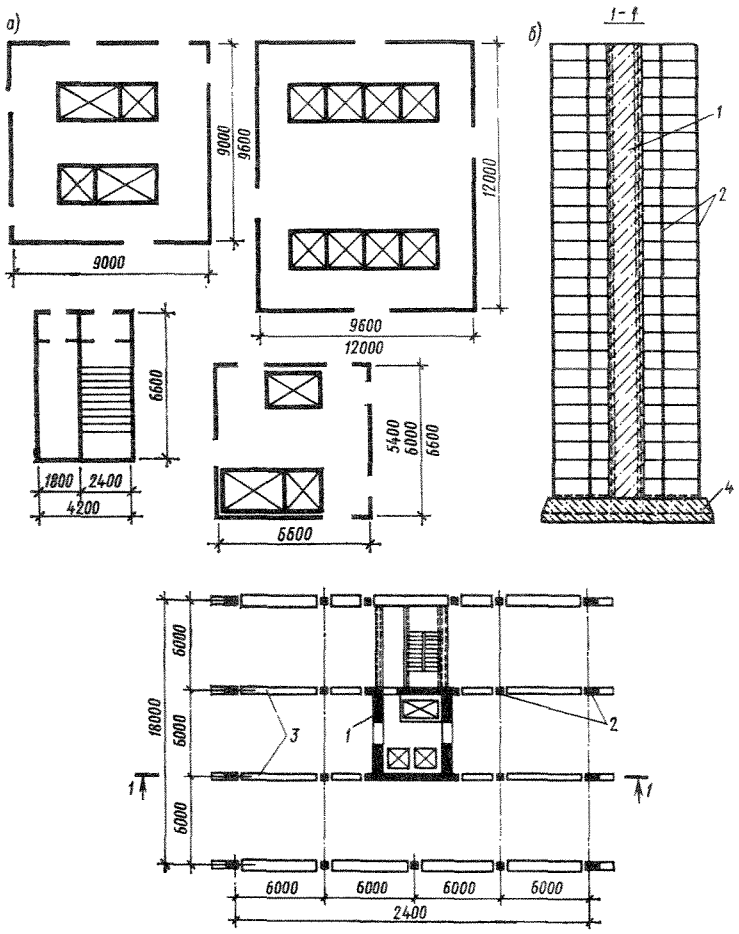


Рис. XV.14. Конструктивные схемы каркасных зданий с монолитными ядрами жесткости:

а — варианты компоновки ядер жесткости; *б* — проект 25-этажного жилого дома в Москве; *1* — монолитное ядро жесткости; *2* — колонны каркаса; *3* — ригели; *4* — фундамент

приемлема в гражданских сооружениях, так как значительно ухудшает интерьеры помещений.

В отличие от традиционного узла в унифицированном каркасе сопряжение ригеля с колонной решено со «скрытой консолью» (рис. XV.16).

Ригели каркаса — предварительно напряженные высотой 45 см, таврового сечения, что определяется стремлением осуществить надежное опирание плит перекрытий и одновременно обеспечить наименьшую возможную высоту выступающей части ригеля. Ширина ригеля понизу принята по архитектурным соображениям равной ширине колонн (благодаря этому в интерьере ригель с колонной воспринимается как единая рама).

Ригель широкомодульного каркаса с повышенными нагрузками на перекрытие выполняется аналогичной конструкции, но высотой 60 и 90 см (см. рис. XXII.4).

Стенки жесткости представляют собой поэтажные железобетонные стены толщиной 18 см, с полками, заменяющими полки ригелей, и без них, жестко связанные с колоннами. Такая диафрагма жесткости работает на восприятие как вертикальных, так и горизонтальных ветровых нагрузок по схеме консольной составной балки, защемленной в фундаменте. Нагрузки передаются на них перекрытиями, представляющими собой жесткие горизонтальные диски.

Конструкции междуэтажных перекрытий. Перекрытия в зданиях с унифицированным каркасом выполняются из многопустотных настилов. Высота настила 22 см, пустоты диаметром 16 см (см. рис. XXII.2). Перекрытия должны обеспечивать жесткость и неизменяемость здания в горизонтальной плоскости и осуществлять передачу и распределение усилий от ветровых нагрузок на стенки жесткости. Для превращения сборного перекрытия в жесткий горизонтальный диск закладные детали свариваются, швы заливаются бетоном. Замоноличенные раствором шпонки воспринимают сдвига-

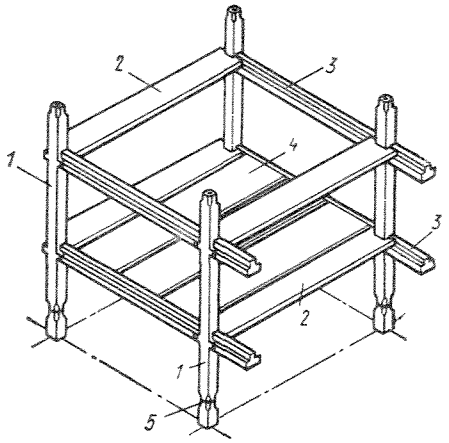


Рис. XV.15. Сборный железобетонный унифицированный каркас:

1 — колонна сечением 400×400; *2* — настил-распорка; *3* — ригель таврового сечения; *4* — настил перекрытия; *5* — стык колонн

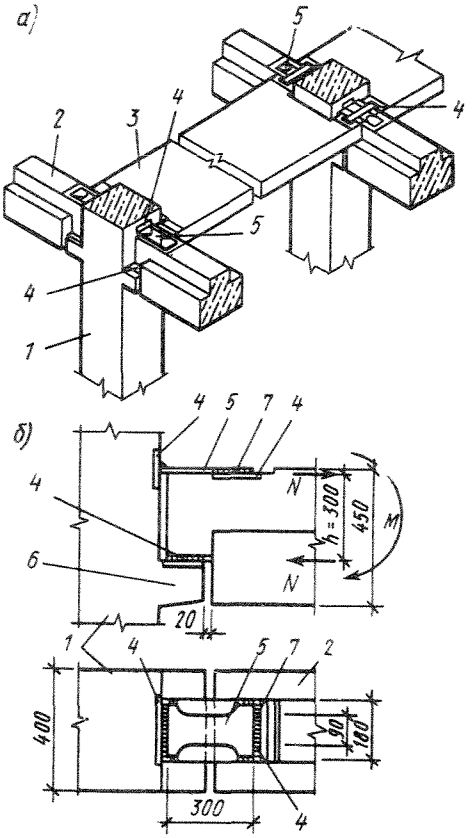


Рис. XV.16. Узел опирания ригеля на колонну в унифицированном каркасе:

а — общий вид узла; *б* — конструкция и расчетная схема узла; *1* — колонна; *2* — ригель; *3* — настил-распорка; *4* — закладные детали; *5* — верхняя накладка; *6* — «скрытая консоль» колонны; *7* — сварные швы

ющие касательные усилия, возникающие между настилами при работе жесткого диска перекрытия. При таком замоноличивании перекрытия прочность и жесткость его достаточны для передачи горизонтальных нагрузок на связевые диафрагмы при расстоянии между ними в пределах до 30 ... 36 м и более. Важной составной частью перекрытия служат плиты, расположенные по осям колонн в направлении, перпендикулярном ригелям, и являющиеся распорками между колоннами. Эти элементы обеспечивают жесткость и устойчивость колонн в монтажный период и вместе с тем благодаря соединению с колоннами участвуют в работе перекрытия как жесткого диска, выполняя роль поясов горизонтальной балки-диска перекрытия.

Распорки выполняются в виде ребристого корытообразного элемента (см. рис. XXII.2), который своими ребрами опирается на полки ригеля и крепится к нему с помощью сварки закладных деталей. Корытообразная форма настила-распорки с тонкой (толщиной всего 3 см) плитой между ребрами позволяет, удаляя плиту, располагать на этих участках вертикальные санитарно-технические коммуникации (размещение которых в зданиях повышенной этажности, особенно из сборного железобетона, всегда представляет сложную задачу).

В тяжелом каркасе перекрытия выполняются из ребристых настилов пролетом 6 и 9 м. Такое решение обусловлено повышенными полезными нагрузками на перекрытия до 20 кН/м², что потребовало развить высоту ребер настилов до 400 мм. Применение ребристых настилов упрощает размещение вертикальных и горизонтальных санитарно- и электротехнических коммуникаций, что весьма важно в производственных зданиях со сложным технологическим оборудованием.

Конструктивная форма настилов для пролета 9 м выбрана в виде 2Т (см. рис. XXII.3). Ширина настилов 3 м. Сопоставления показали, что по расходу бетона и стали такой тип настила примерно на 15 % выгоднее, чем коробчатый настил.

Компоновка каркаса. Практика многоэтажного строительства показывает, что вопросам рациональной компоновки каркасов зачастую не уделяется достаточного внимания. Можно наблюдать значительную разнотипность ячеек и относительно большое разнообразие принятых шагов, препятствующее типизации элементов каркаса: отклонения от оптимального по экономической целесообразности шага — 6 м, приводившие к увеличению расхода стали и к усложнению конструктивных форм элементов каркаса; недостаточно четкую компоновку остова по вертикали, выражающуюся в смещении осей колонн по вертикали, в устройстве так называемых «подвесных» колонн, что также приводит к неоправданному увеличению расхода стали (рис. XV.17).

Вместе с тем даже при достаточно сложных технологических требованиях, при сложной объемно-планировочной компоновке удается достичь четкости, найти органичное их сочетание с конструктивным решением, сократить количество модульных ячеек каркаса до трех-четырех, ограничиться двумя-тремя высотами этажей и т. п. Об этом говорят, в частности, примеры решения таких сложных сооружений, как Общесоюзный телецентр, больничные комплексы, учебные институты, лабораторные корпуса и др., рассмотренные ниже. На рис. XV.18 показаны условные примеры компоновки каркасов зданий и перекрытий, а также возможные варианты размещения лестничных клеток.

Диафрагмы жесткости следует распределить равномерно по плану здания. Примеры рациональной компоновки диафрагм жесткости приведены на рис. XV.13. Диафрагмы применяют одной высоты с сохранением основных геометрических размеров поперечных сечений по всей высоте. Допускается не доводить на один-два этажа диафрагмы жесткости до покрытия.

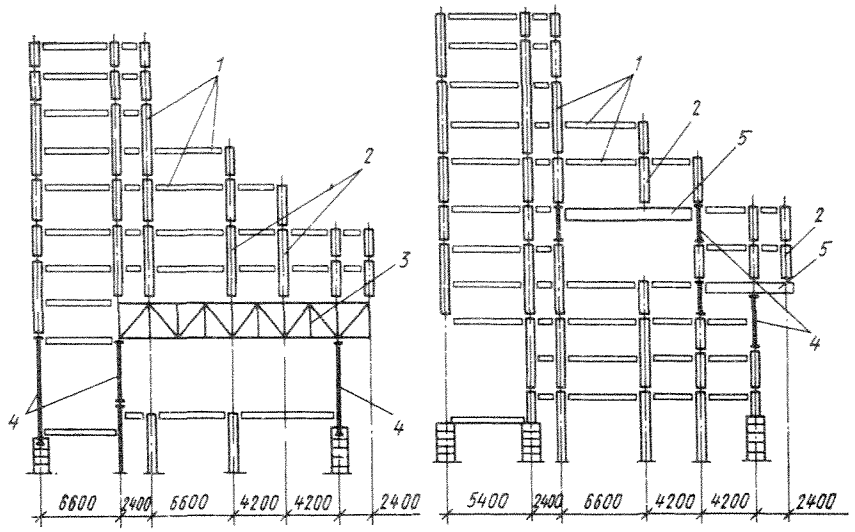


Рис. XV.17. Пример неудачной компоновки с устройством «подвесных» колонн:

1 — элементы сборного железобетонного каркаса; *2* — «подвесная» колонна; *3* — стальная ферма; *4* — стальные колонны; *5* — стальная балка

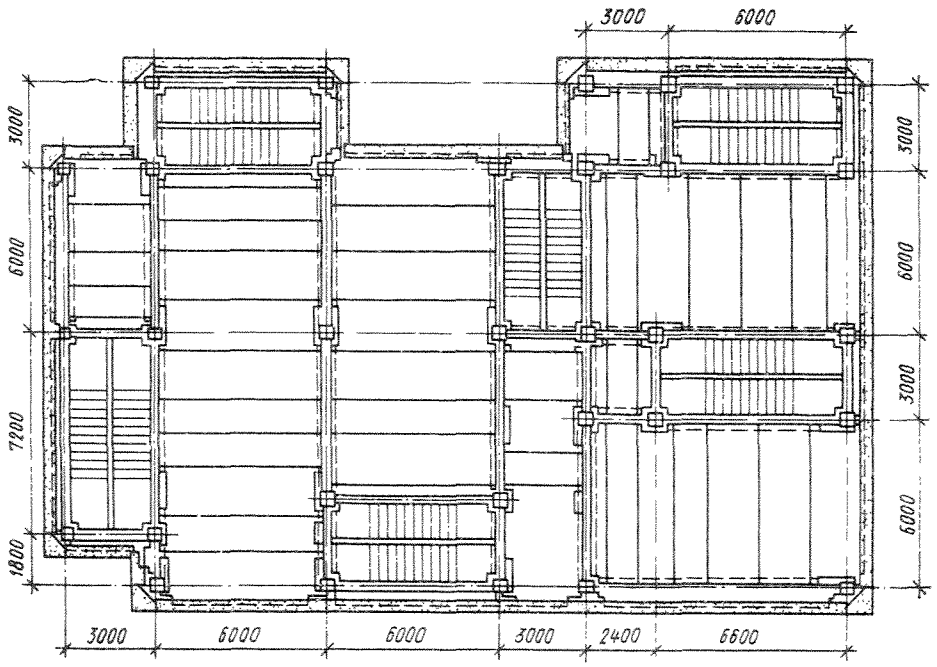


Рис. XV.18. Обобщенный пример компоновки каркаса и возможные варианты размещения лестниц

Перебивка в размещении диафрагм по этажам не рекомендуется.

Также не рекомендуется располагать диафрагмы в торцах здания в связи со значительными трудностями устройства наружных панельных стен.

Деформационные швы. Здания проектируют в виде одного или нескольких температурных блоков, разделяемых деформационными швами. Каждый блок рассматривается как отдельное сооружение со своей системой диафрагм жесткости.

В соответствии с требованиями СНиПа расстояния между температурными швами определяются расчетом. Однако накопленный опыт позволяет рекомендовать проектирование отапливаемых зданий с унифицированным сборным железобетонным каркасом длиной до 150 ... 200 м без температурных швов (устройство которых значительно усложняет конструкцию, ухудшает эксплуатационные качества здания). Температурные швы следует выполнять между спаренными рядами колонн (см. § II.3).

В целях уменьшения влияния температурных деформаций на усилия в дисках перекрытий и диафрагмах жесткости следует стремиться размещать диафрагмы жесткости ближе к центру здания.

Устройство консольных свесов. В ряде случаев по архитектурно-планировочным требованиям возникает необходимость устройства в каркасных зданиях консольных свесов, представляющих достаточно сложную инженерную задачу. Для этих целей в номенклатуре унифицированного каркаса предусмотрены соответствующие изделия: колонны с выступающими из них консолями (вылет 1,9 м от оси колонн) или одноконсольные ригели (рис. XV.19) с вылетом консолей 1,55; 2,15 и 2,75 м от оси колонн.

Примеры формирования многоэтажных зданий на основе унифицированного каркаса. Возможности унифицированного каркаса в формировании объемно-планировочных решений многоэтажных зданий различного назначения, а также принципы компоновки элементов каркаса можно проследить на примерах осуществления на его основе зданий — жилых, административ-

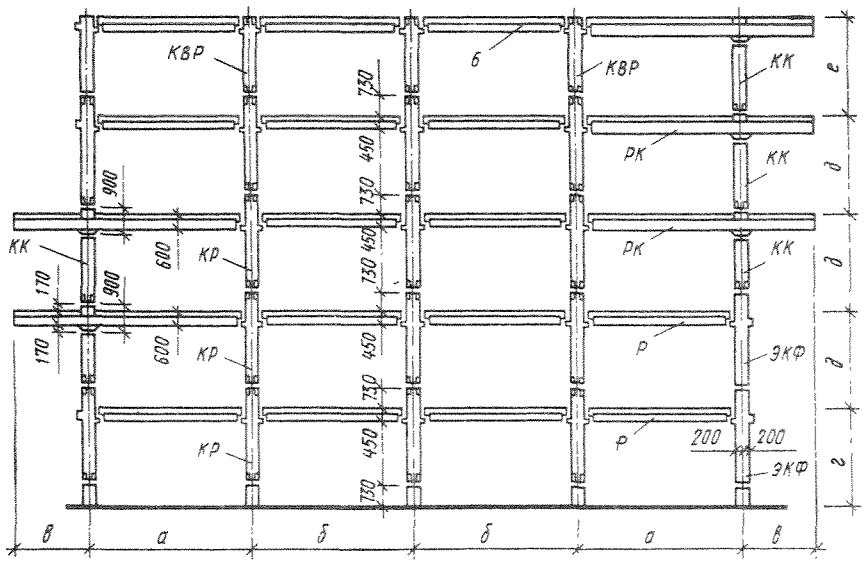


Рис. XV.19. Компоновочная схема каркаса с консольными свесами. Размеры:
а — 6000, 9000; *б* — 1800 . . . 9000 через 600; *в* — 1550, 2150, 2750; *г* — 2400, 3000, 3300, 3600, 4200, 4800, 6000, 7200; *д* — 3000, 3300, 3600, 4200, 4800, 6000; *е* — 3300, 3600, 4200, 6000 мм

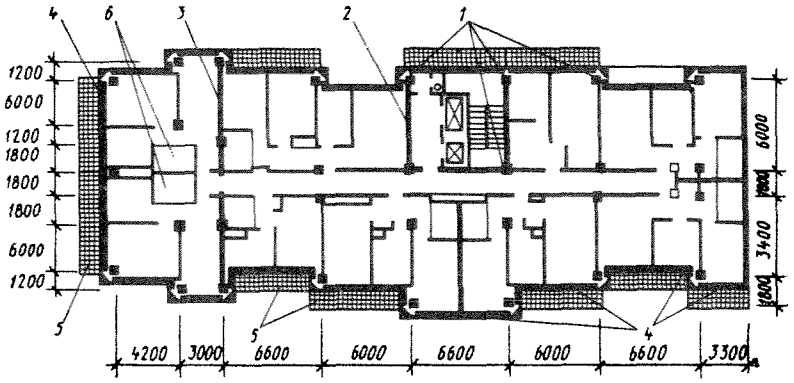


Рис. XV.20. Каркасно-панельные жилые дома на ул. Марксистской в Москве. План типового этажа: *1* — колонны; *2* — пространственное ядро жесткости; *3* — плоская диафрагма жесткости; *4* — керамзитобетонные панели; *5* — лоджии; *6* — сантехкабины

ных, учебных, больничных комплексов, крупных гостиниц.

Жилые дома. В центральной части Москвы на ул. Марксистской с применением унифицированного каркаса построен крупный комплекс 16-этажных жилых домов (рис. XV.20). В первых этажах размещаются встроенно-пристроенные магазины, предприятия обслуживания. Над магазинами предусмотрен технический этаж, позволяющий собрать воедино все инженерные системы (отопление, водоснабжение, канализация).

Каркас здания запроектирован в виде поперечных рам с основными шагами 6 и 6,6 м. Для поперечного направления приняты пролеты от 1,8 до 6,6 м, позволившие создать необходимый по демографическим требованиям набор квартир и пластически выразительный силуэт дома. Диафрагмы жесткости образованы сборными стенами лестничного узла (пространственные диафрагмы жесткости) и межквартирными стенами на ширину дома (плоские диафрагмы жесткости).

Односекционный каркасный 25-этажный дом в Хорошево-Мневниках (рис. XV.21) построен с центральным монолитным ядром жесткости. В монолитном стволе размером в плане 9×9 м размещены лифты и инженерные коммуникации — мусоропроводы, вентблоки, система дымоудаления и др. По сравнению со сборными элементами, необходимыми для решения той же технической задачи, монолитное ядро дало экономию стали на 25 % и снизило суммарную трудоемкость конструкции на 15 %.

Вертикальный ствол здания, имеющего в плане размеры 26×26 м, обстроен колоннами из изделий унифицированного сборного каркаса; в целях повышения уровня индустриальности применены укрупненные элементы перекрытий — настилы размером 3×6,6 м. Укрупненная модульная ячейка каркаса позволила получить рациональную, экономически выгодную планировку квартир.

Административные здания. Здание Дома Советов РСФСР на Краснопресненской набережной (рис. XV.22) может служить примером подхода к проектированию крупных уникальных сооружений на основе унифицированного сборного железобетонного каркаса в сочетании с панельными индивидуальными наружными ограждениями. Этот принцип позволил коренным образом изменить характер строительства уникальных зданий — осуществлять их на высоком индустриальном уровне и одновременно создавать индивидуальный, присущий только данному сооружению архитектурно-художественный образ. Каркас высотной части сформирован из поперечных рам с шагом 6,6 м. Пролеты ригелей 7,8 и 5,4 м. Торцы дома решены скругленными, с использованием индивидуальных элементов перекрытий при унифицированных сборных колоннах и ригелях каркаса.

Здание высотой 25 этажей выполнено в индустриальных конструкциях с монолитными пространственными ядрами жесткости и с навесными индивидуальными керамзитобетонными панелями, облицованными в заводских условиях камнем. Такое решение стен является не отходом от принципа Единого каталога, а, напротив, его развитием. Для практической реализации такого направления на заводах строительной промышленности создаются соответствующие производства, специализированные на изготовлении индивидуальных изделий фасадов и архитектурных деталей. Распространение этого принципа на строительство подобных сооружений в Москве позволило по сравнению с решениями высотных зданий 50-х годов получить значительную экономию стали, затрат труда, стоимости.

Лечебные учреждения. Доминантой всей композиции зданий ВНИонкоцентра АМН СССР в Москве является 22-этажная башня, в которой размещены палатные отделения. Она решена в виде трех сочлененных объемов и имеет две оси симметрии в планировке и в конструкциях (рис. XV.23). Скругленность крыльев здания достигается оригинальным приемом — последова-

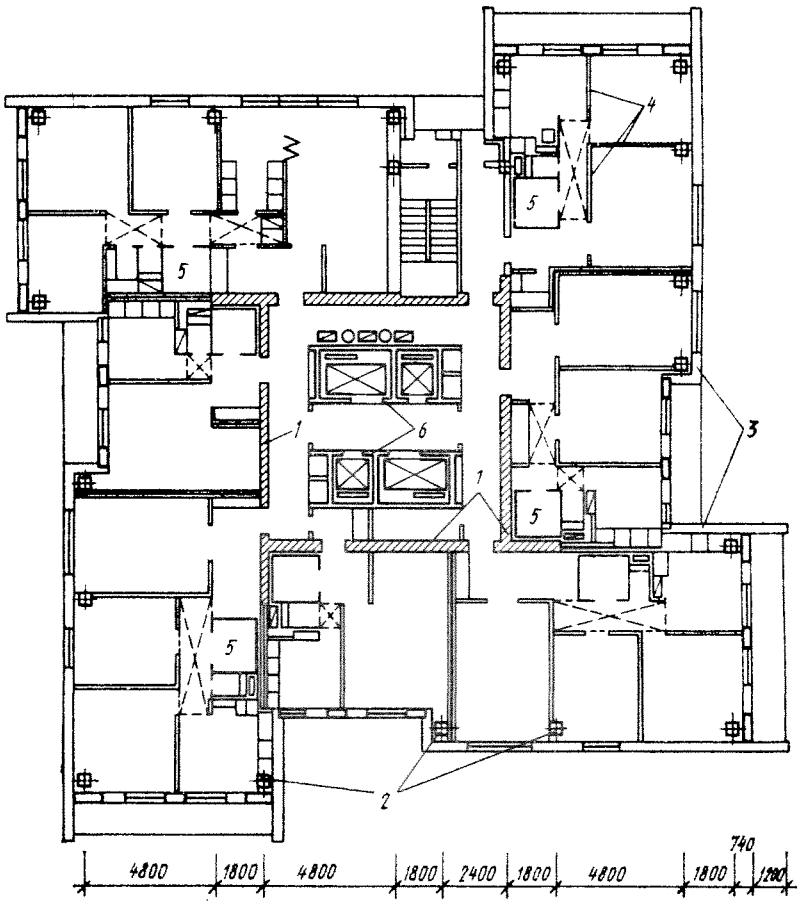


Рис. XV.21. Каркасно-панельный 25-этажный жилой дом с монолитным ядром жесткости. План типового этажа:

1 — монолитное ядро жесткости; *2* — колонны каркаса; *3* — керамзитобетонные панели; *4* — панельные гипсобетонные перегородки; *5* — объемные сантехкабины; *6* — объемные тюбинги лифтовых шахт

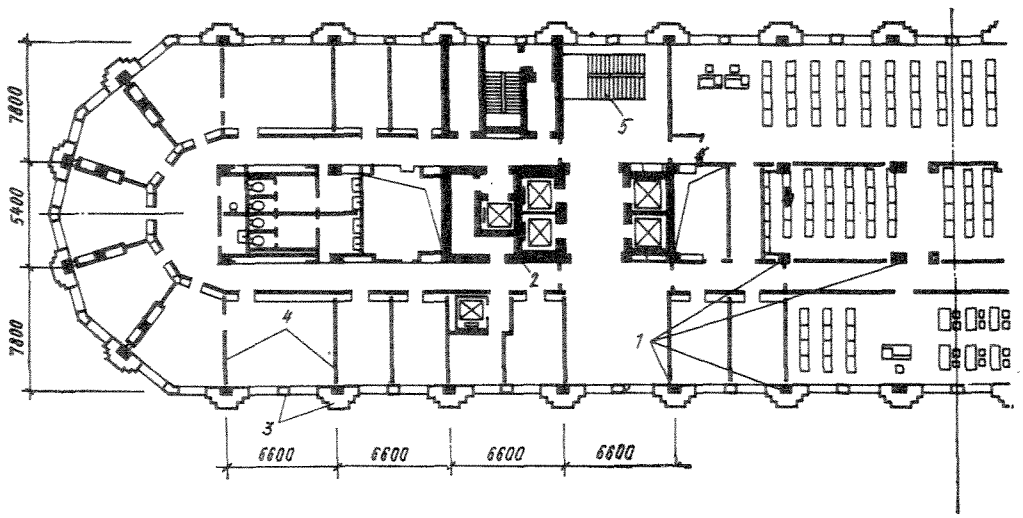


Рис. XV.22. Административное здание на Краснопресненской набережной:
1 — колонны каркаса; *2* — пространственное ядро жесткости; *3* — навесные керамзитобетонные панели с каменной облицовкой; *4* — гипсобетонные панельные перегородки; *5* — лестничные марши

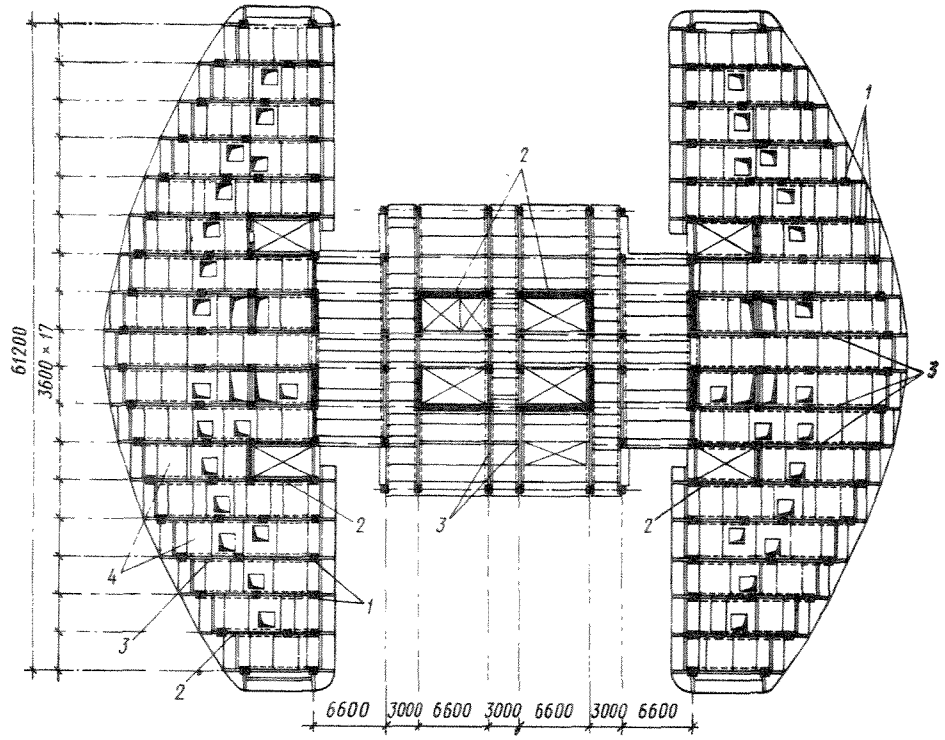


Рис. XV.23. Всесоюзный научно-исследовательский онкологический центр на Каширском шоссе. Конструктивная схема 22-этажного корпуса:
1 — колонны; *2* — пространственные системы диафрагм жесткости; *3* — ригели; *4* — настилы перекрытий

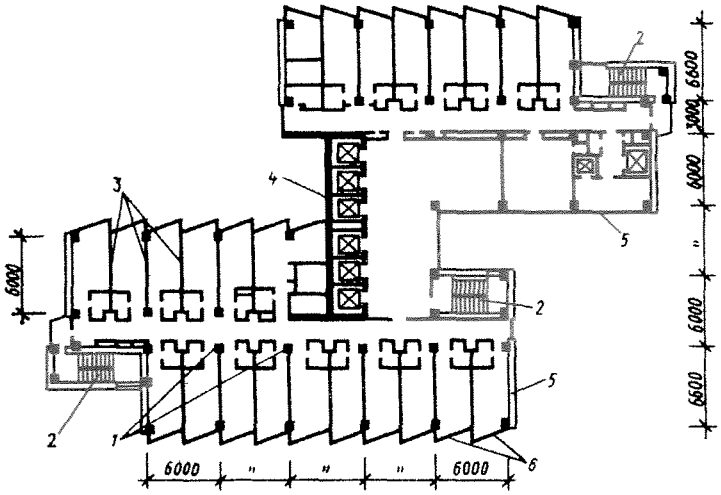


Рис. XV.24. Центральный Дом туриста на Ленинском проспекте. План типового этажа:

1 — колонны; *2* — лестничные клетки; *3* — панельные перегородки; *4* — монолитное ядро жесткости; *5* — керамзитобетонная стеновая панель; *6* — эркерная панель

тельным увеличением пролета ригелей двух- и трехпролетных рам от 2,4 до 6,6 м. Общая устойчивость здания обеспечивается центральным ядром жесткости размером 16,2×10,8 м, в котором заключен вертикальный транспортно-коммуникационный и инженерно-технический узел, и дополнительных стен жесткости в крыльях — в местах лестничных клеток. Все несущие конструкции здания — типовые сборные железобетонные из номенклатуры унифицированного каркаса.

Гостиницы. Центральный Дом туриста (см. рис. XV.24) — 35-этажное здание гостиницы на 1300 мест — состоит из двух объемов, связанных между собой лифтовым холлом. В их конструкции использован унифицированный каркас с сеткой 6×6 м. Устойчивость зданию придают монолитные ядра жесткости, расположенные в лифтовом холле и по краям в торцах, где находятся эвакуационные лестницы. Аналогичные конструктивные принципы применены в 32-этажном гостиничном комплексе в Измайлово и ряде других крупных гостиниц последних лет.

Крупные комплексы производственного назначения. В 1980 г. в Москве построен олимпийский телерадиокомплекс. Несущие конструкции сооружения полностью решены в сборных элементах унифицированного каркаса. Шаг колонн здания принят 6×6 м и 6×7,2 м, высота этажа — 3,6 и 4,2 м. Наружные ограждения выполнены в виде навесных керамзитобетонных панелей, облицованных на заводе травертином.

XV.3. Каркасно-стеновой остов

Решения первых нежилых этажей в домах панельной конструкции. Возведение крупных многоэтажных зданий (в том числе панельных) на магистралях города диктует необходимость размещения в первых этажах помещений различного общественного или торгового назначения с достаточно большими пролетами конструкций.

Задача осложняется в связи с большой этажностью панельных жилых домов, которая, естественно, сопровождается ростом усилий в несущих конструкциях зданий (эти усилия достигают в уровне первого этажа 16—17-этажных домах — 1500 кН/м).

Инженерная задача заключалась в том, чтобы найти наиболее простое и рациональное решение передачи равномерно распределенных усилий, действующих в панелях несущих стен, на сосредоточенные опоры — стойки каркаса первого этажа, создать наилучшие условия стыкования (совместимо-

сти) панельной и каркасной систем в пределах одного сооружения.

Первые попытки решения этой задачи, предпринятые в 70-х годах, предусматривали переход в 1-м этаже панельного дома на каркасное решение, т. е. создание мощного «стола», являющегося опорной конструкцией для жилой панельной части дома. Был разработан и осуществлен в натуре ряд разновидностей этой конструкции (рис. XV.25) в виде двухконсольной однопролетной системы и двухпролетной разрезной системы. Предпочтение отдано двухпролетной схеме.

Однако размещение стоек каркаса по осям поперечных несущих стен, расположенных с узким шагом, не позволило получить удовлетворительных решений. Понадобилось располагать стойки каркаса с более редким шагом, чем поперечные панели самого дома, и с продольным шагом 6 ... 6,6 м; в этом случае по ригелям каркаса выполняется мощное перекрытие из сборных железобетонных ребристых настилов, которое разрешает свободно располагать поперечные стены панельного дома, т. е. опирать их на любом участке пролета перекрытия. По существу, создается «стол» по типу мостовых сооружений, который несет на себе жилую часть многоэтажного дома (рис. XV.25, *е*). Общая устойчивость и пространственная жесткость этого каркаса первого этажа обеспечиваются стенами лестничных клеток.

Исследуя и анализируя известные каркасные решения первых этажей для многоэтажных панельных домов, следует отметить, что все эти решения не экономичны, приводят к высоким расходам стали и бетона. Так, расход стали и бетона на каркас 1-го этажа даже для 9-этажных домов достигает соответственно 23 кг и 0,11 м^3 на 1 м^2 жилой площади, т. е. почти столько же, сколько требуется на всю жилую часть здания (т. е. на 8 этажей). В 17-этажном доме на Смоленском бульваре расход стали на 1 м^2 жилой площади для конструкций первого этажа достиг 27 кг.

Дополнительным осложнением является необходимость устройства технического этажа между 1-м и 2-м этажами дома, в котором должны быть размещены все санитарно-технические коммуникации — системы отопления, вентиляции, электроустройства и т. д., что значительно усложняет и удорожает строительство.

Технико-экономические расчеты показали, что в таких случаях стоимость самих магазинов, располагаемых в первых этажах, почти в два раза превышает стоимость аналогичных магазинов, расположенных в отдельно стоящих зданиях.

Принципиально иное решение проблемы размещения в первых этажах

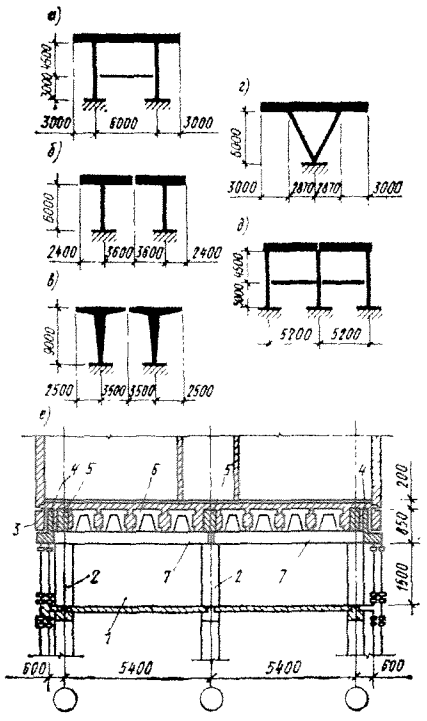


Рис. XV.25. Разновидности каркасных конструкций первых нежилых этажей для панельных домов:

а — монолитная однопролетная двухконсольная рама; *б* — сборная железобетонная рама; *в* — рама из Т-образных стоек; *г* — У-образная сборно-монолитная конструкция; *д* — сборная железобетонная двухпролетная рама; *е* — каркасная конструкция 1-го этажа панельного дома; *1* — технический этаж; *2* — колонны; *3* — фризовые панели наружных стен; *4* — контурные балки; *5* — продольные балки; *6* — коробчатый настил; *7* — главные поперечные балки

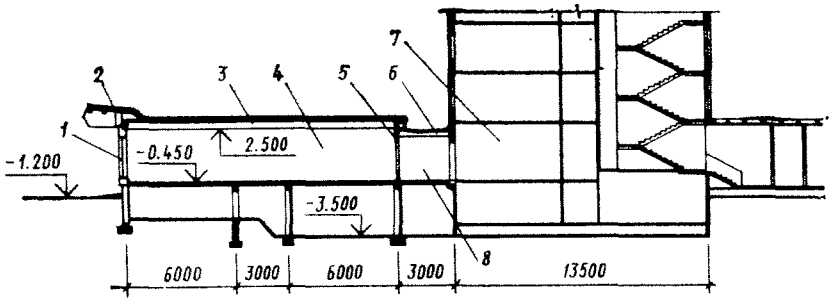


Рис. XV.26. Решение встроенно-пристроенного торгового предприятия в панельных конструкциях:

1 — панель наружной несущей стены; *2* — каринзный элемент; *3* — комплексная панель покрытия пролетом 15 м; *4* — торговый зал; *5* — панель внутренней несущей стены; *6* — лотковый элемент; *7* — подсобные помещения магазина; *8* — коммуникационный коридор

предприятий обслуживания населения было предложено и разработано в начале 80-х годов МНИИТЭПом в виде панельной системы 1-го этажа увеличенной высоты (3,3 м) и пристроенного большепролетного объема (рис. XV.26). Часть 1-го этажа в пределах габаритов жилого дома используется для размещения относительно небольших помещений обслуживания населения — мастерские по ремонту, пункты проката, конторы—либо для размещения вспомогательных (подсобных) помещений магазинов. Связь между такими помещениями обеспечивают арочные проемы в поперечных несущих стенах, позволяющие объединять соседние помещения. Пристроенные объемы решены с несущими наружными и внутренними панельными стенами из крупнопанельных конструкций, покрытие — из комплексных крупноразмерных панелей пролетом 15 м, включающих утеплитель и гидроизоляционное покрытие, выполняемое в заводских условиях.

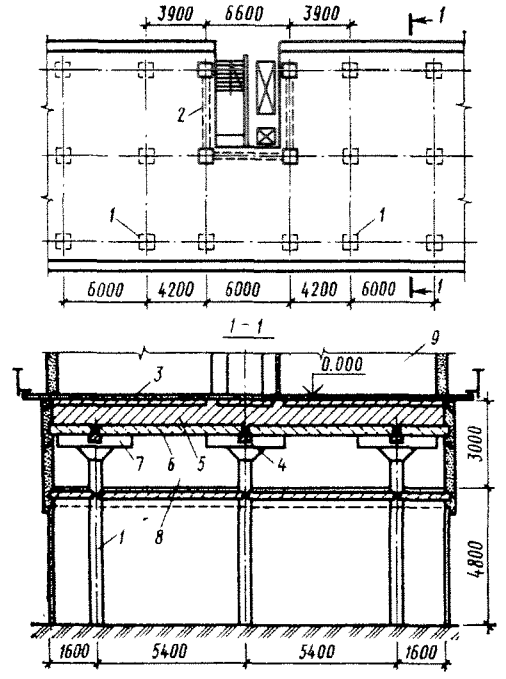


Рис. XV.27. Сборно-монолитная конструкция 1-го этажа:

1 — колонны; *2* — ограждения лестниц (элементы жесткости); *3* — панели перекрытий жилой части дома; *4* — ригели каркаса; *5* — монолитная железобетонная плита; *6* — плиты перекрытия каркаса; *7* — капитель; *8* — технический этаж; *9* — несущие панели стен жилой части дома

Важная особенность предложенного решения — его универсальность — возможность использования для любых типов панельных домов в виде пристройки как вдоль дома, так и к торцу. В техническом отношении созданная система конструкции отвечает современному индустриальному уровню строительства: предприятия обслуживания возводятся одновременно с монтажом жилого дома, т. е. в самом конструктивном решении заложены предпосылки для комплексной застройки.

Анализ показал, что панельное решение встроенно-пристроенного нежилого 1-го этажа по сравнению с каркасным «столом» позволяет снизить трудозатраты на 20 ... 25 %, расход стали в два раза, расход бетона на 25 ... 30 %. Вместе с тем при расположении жилых домов на магистралях и площадях города, при ограниченной площади участка, когда нет возможности разместить пристроенный объем, необходимы решения конструкции 1-го этажа, обеспечивающей свободу планировки при достаточно обоснованных экономичности расхода материалов, трудозатратах и стоимости. Такая каркасная конструкция собирается из стандартных железобетонных элементов и сборно-монолитной плиты, опалубкой которой служат сборное перекрытие и наружные стеновые панели; она получила наименование сборно-монолитного «стола» (рис. XV.27).

Это решение предусматривает произвольное расположение несущих поперечных стен жилой части вышележащих этажей, т. е. на эту конструкцию может быть «поставлен» любой тип панельного дома. Устойчивость дома в нижних этажах обеспечивается сборными диафрагмами жесткости, совмещенными со стенами лестнично-лифтового блока. Для первых нежилых этажей можно выбрать приемлемый для каждого случая шаг колонн (от 4,2 до 7,2 м), а также принять нужную высоту нежилых помещений (от 3 до 6 м).

Таким образом, для первых нежилых этажей многоэтажных панельных жилых домов рациональны две инженерно-технические системы: панельные стены («печатная» схема) для встроенно-пристроенных помещений и универсальная сборно-монолитная каркасная конструкция — для случаев размещения жилых домов на магистралях города в стесненных градостроительных ситуациях.

XV.4. Здания с применением объемных блоков

В последние годы получили распространение в многоэтажном гражданском строительстве системы из объемных блоков.

Объемный блок представляет собой пространственную конструкцию, изготовленную в заводских условиях, обладающую необходимой прочностью, жесткостью, устойчивостью.

Конструктивные схемы здания с применением объемных блоков делят на блочные, панельно-блочные, каркасно-блочные и блочно-ствольные (рис. XV.28). Объемно-блочные системы используют в основном для жилых домов, а панельно-блочные — для зданий общественного назначения, в которых требуются большие безопорные площади, и реже для жилых домов. Каркасно-блочные и блочно-ствольные системы используют для уникальных жилых домов и общественных зданий большой этажности, а также для зданий санаторно-курортного назначения.

В зависимости от положения объемных блоков в столбе различают конструктивные системы плоские и со сдвижками (рис. XV.29). Сдвижка блоков может быть продольной, горизонтальной с образованием консольно

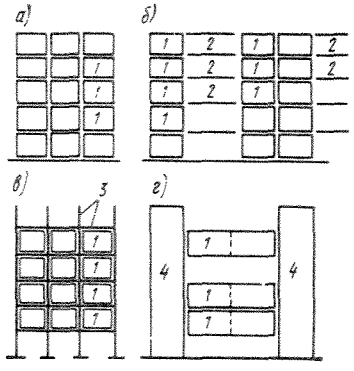


Рис. XV.28. Конструктивные схемы объемно-блочных зданий:

а — «чисто» блочная; *б* — панельно-блочная; *в* — каркасно-блочная; *г* — блочно-ствольная; *1* — объемные блоки; *2* — панели перекрытия; *3* — каркас; *4* — ядра (стволы)

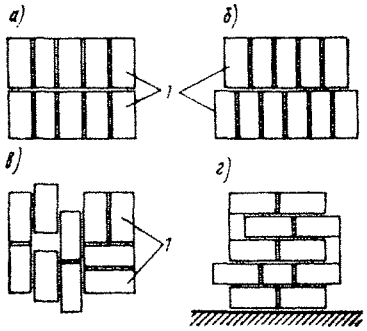


Рис. XV.29. Схемы зданий из объемных блоков:

а — плоская; *б* — со сдвижкой по продольной оси; *в* — со сдвижкой по двум осям; *г* — со сдвижкой по вертикали; *1* — объемные блоки

выступающих или западающих за плоскость фасада блоков.

Объемные блоки в жилищном строительстве по типологическим признакам делятся на блоки: жилых комнат; санитарно-кухонные; смешанные, представляющие собой промежуточный тип блока (могут содержать в своем составе кухню или жилую комнату, санитарный узел и часть коридора); блок-лестницы; вспомогательные, например блоки шахт лифтов, коммуникаций; блоки лоджий и т. д. (рис. XV.30).

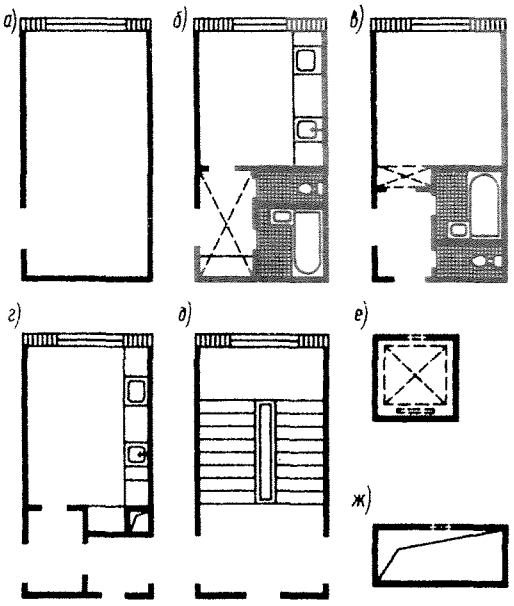


Рис. XV.30. Типы объемных блоков в зависимости от их фуикционального иазначеиия:

а — жилая комната; *б* — санитарно-кухонный блок; *в*, *г* — блокн смешанного назначения; *д* — блок-лестница; *е*, *ж* — вспомогательные блоки (шахты лифтов, шахты коммуникаций, блоки лоджий и т. д.)

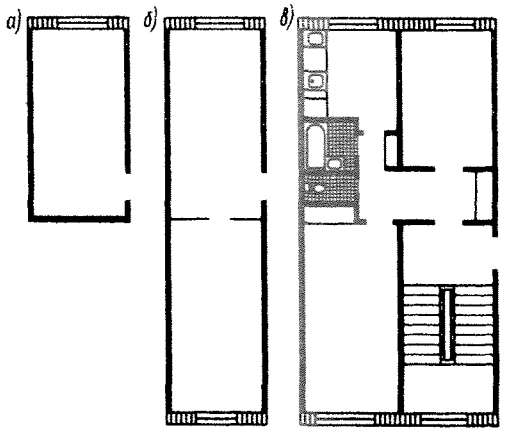


Рис. XV.31. Типы объемных блоков в зависимости от размеров:

а — на комнату; *б* — на группу помещений; *в* — на квартиру (включая лестницу)

В зависимости от размеров блоки подразделяют на блоки размером на комнату и блоки размером на группу помещений (рис. XV.31); в зависимости от формы блока — прямоугольные, косоугольные и криволинейные (рис. XV.32). Кроме того, блоки различают по применяемым материалам, степени заводской готовности, характеру восприятия нагрузок. По последнему признаку блоки делят на несущие, т. е.

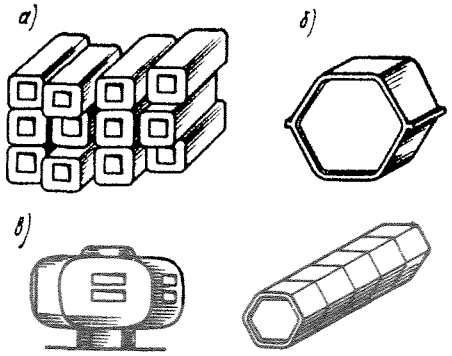


Рис. XV.32. Типы объемных блоков в зависимости от их формы:

а — прямоугольные; *б* — косоугольные; *в* — криволинейные

воспринимающие нагрузку от вышележащих и передающие ее на нижележащие блоки или другие опорные конструкции, и ненесущие, воспринимающие только собственную массу и полезные нагрузки на блок. Несущие блоки являются основой блочной и блочно-панельной коиструктивиых систем здания, а ненесущие — основным элементом заполнения блочных систем с несущим остовом.

По условиям изготовления железобетонные объемные блоки подразделяются на блоки типа «колпак», «стакан», «лежачий стакан» (рис. XV.33). Наибольшее распространение получили блоки типа «колпак». Блоки типа «колпак» представляют собой призматические оболочки, состоящие из пяти монолитно связанных граней и панели пола. По условиям опирания блоки имеют две разновидности: с точечным и линейным опиранием. В блоках с линейным опиранием его вертикальные элементы работают на сжатие с продольным изгибом. Для предотвращения потери устойчивости стен при малой толщине их выполняют ребристыми (вертикальные ребра). При точечном опирании блоков нагрузки воспринимаются угловыми участками, образуемыми пересечениями граней и, как правило, выполняемыми с утолщениями.

Потолки объемных блоков в эксплуатационной стадии воспринимают сравнительно небольшие усилия, возникающие от действия нагрузки собственной массы, а при линейном опирании — от внецентренного действия по контуру потолка вертикальной нагрузки от вышележащих этажей. Для восприятия опорных моментов приопорные зоны усиливают путем утолщений. Нижняя поверхность потолка в этих же целях может быть выполнена вспарушенной, а потолок — в виде ребристой плиты с ребрами вверх.

Толщину стеи блока принимают по условиям звукоизоляции не менее 50 мм для тяжелого бетона и не менее 60 ... 80 мм — для легкого. Блоки типа «стакан» отличаются монолитной связью плиты пола со стенами. Плиту потолка изготовляют отдельно и соединяют с блоком в процессе его комплектации путем сварки закладных деталей.

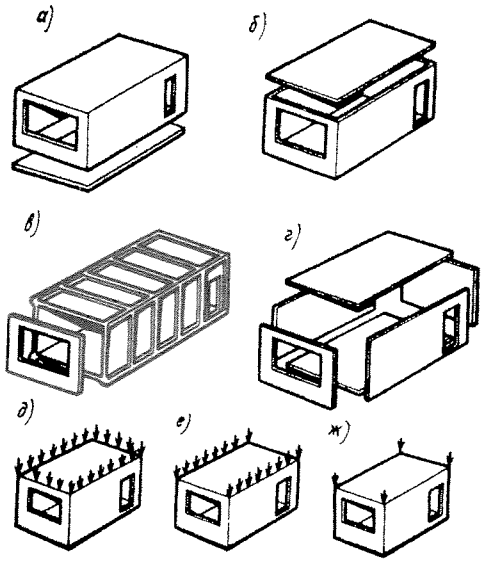


Рис. XV.33. Типы объемных блоков в зависимости от способов изготовления и условий опирания:

а — «колпак»; *б* — «стакан»; *в* — «лежачий стакан» (*а*, *б*, *в* — моиолитные); *г* — сборный; *д* — передача нагрузок по пернметру; *е* — по двум длинным сторонам; *ж* — по четырем углам

Блоки типа «лежачий стакан» (рис. XV.33, *в*) представляют собой пространственную железобетонную объемную ячейку, состоящую из пяти монолитно связанных плоскостей: трех стен, пола и потолка; одна стена присоединяется к блоку в процессе его сборки.

Сборные объемные блоки собирают в заводских условиях из плоских элементов с ребрами только по контуру для стен и с горизонтальными ребрами (в направлении меньшего пролета) — для перекрытий пола и потолка.

Опирание блоков чаще всего осуществляется по четырем углам через металлические закладные детали. Горизонтальные швы между блоками заполняют матами из минерального войлока, укладываемыми по контуру

нижнего блока перед установкой верхнего. Вертикальные швы наружных стен блоков заполняют крупнопористым керамзитобетоном. Наружные швы герметизируют.

Лестничные клетки в объемно-блочных зданиях из железобетонных блоков, как правило, устраивают из специальных объемных блок-лестниц с двухмаршевой лестницей, расположенной своей продольной осью перпендикулярно наружной стене дома (рис. XV.34).

Наружные стены объемных блоков выполняют из бетонных материалов однослойными или трехслойнымн с различными утеплителями или из не-

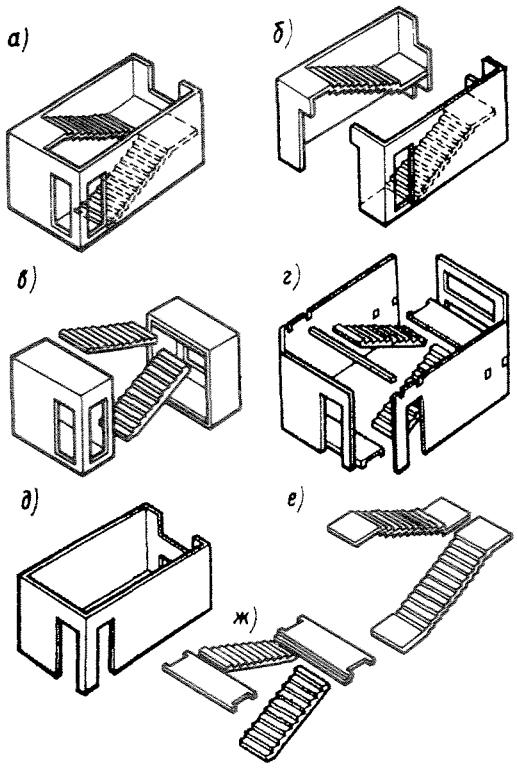


Рис. XV.34. Объемные блоки лестничных клеток:

а — цельноформованная блок-лестница; *б* — блок-лестница из двух пространственных блоков и отдельно моитнруемых лестничных маршей; *в* — то же, из двух маршей и двух объемных элементов; *г* — блок-лестница, собираемая из отдельных элементов; *д* — блок-лестница, состоящая из монолитного четырехстеиника с заполнением; *е* — элементы маршей с двумя полуплощадками; *ж* — то же, из отдельных площадок и маршей

бетонных материалов в виде многослойных конструкций с эффективными утеплителями. В блоках типа «колпак» и «лежачий стакан» наружная стена — ненесущая.

Балконы объемно-блочных зданий конструируют как консоль пола в виде сплошной плиты с прорезями для пропуска утеплителя. Лоджии образуют путем сдвижки ненесущей наружной стены внутрь блоков либо путем использования блоков различной длины или приставных пространственных блоков-лоджий. Эркеры устраивают с помощью приставных пространственных конструкций и за счет выдвижки всего блока за плоскость фасада (см. рис. XV.29, *в, г*).

Блочно-панельные системы используют для случаев, когда необходимы большие пролеты и пространства, свободные от конструкций, а также для повышения степени индустриальности крупнопанельных зданий. Иногда эти системы в зависимости от соотношения в них панелей и блоков называют панельно-блочными.

Для санитарно-технических узлов, кухонь, спален, лифтовых в подсобных помещений блочно-панельных зданий используют объемные блоки типа «колпак», «лежачий стакан» и «стакан». Для образования коридоров в многоквартирных секциях жилых домов, в общежитиях, гостиницах и других зданиях применяют объемные блоки типа «труба» (без торцовых стен). Для лестничных клеток используют цельноформованные блок-лестницы или лестничные пространственные элементы со средней несущей стеной.

Каркасно-блочные системы (см. рис. XV.28, *в*) предполагают наличие несущего рамного, рамно-связевого или связевого каркаса, состоящего из колонн, ригелей и вертикальных элементов жесткости, а также объемных несущих блоков, опирающихся на ригели каркаса.

Конструкция объемных блоков в этой системе — облегченная, их могут изготовлять из легких материалов, например из трехслойных металлических

панелей с эффективным утеплителем. Блоки вставляются (вдвигаются) в ячейки каркаса по мере его возведения или реже — после возведения.

Блочно-ствольные системы (см. рис. XV.28, *г*) представляют собой ядра жесткости с опертыми на них объемными блоками (блок-этажами). К блочно-ствольной системе относятся также такие, в которых объемные блоки подвешиваются к ядрам жесткости. Ядра выполняют в скользящей или переставной опалубке.

Разновидностью системы является консольно-вантовая, в которой конструкции горизонтальных объемов (выполненные из сборного предварительно напряженного железобетона) работают как консольные балки, опертые на ядра жесткости. При этом для уменьшения изгибающих моментов в балочных элементах последние подвешивают наклонными тягами к ядрам. Здания с указанной конструктивной схемой могут иметь как консольные свесы, так и свободное пространство между этажами, что, в свою очередь, создает предпосылки к созданию пластических объемно-пространственных композиций (рис. XV.35).

Объемно-блочные системы получили пока ограниченное применение в

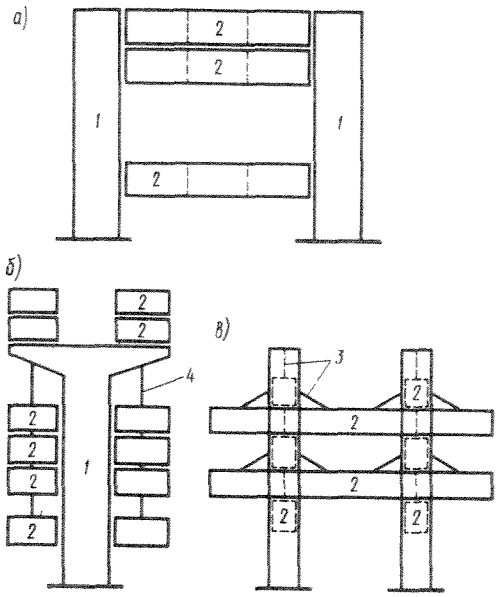


Рис. XV.35. Блочно-ствольные системы:
а — с ядрами жесткости и опертыми на них блоками; *б* — с подвешенными блоками; *в* — консольно-вантовая схема; *1* — ядро жесткости; *2* — объемные блоки; *3* — ванты; *4* — подвески

связи со сложностью технологии изготовления объемных элементов и повышенными расходами стали и цемента по сравнению с крупнопанельными системами.

XVI Глава. Несущие остовы многоэтажных производственных зданий

XVI.1. Особенности проектирования многоэтажных производственных зданий

Многоэтажные здания предназначаются для размещения в них производств, технологический процесс которых осуществляется по вертикальной схеме, либо производств с относительно легким технологическим оборудованием. Эти здания возводят также при ограниченных размерах территорий, при застройке в черте города и т. п. Объем применения многоэтажных производственных зданий до 70-х годов был не велик; к 1975 г. этот объем существенно возрос и имеет тенденцию к увеличению. Значительную долю прироста составили двухэтажные многопролетные здания сплошной застройки, заменившие одноэтажные (рис. XVI.1). Особенность таких зданий состоит в том, что большие пролеты второго этажа позволяют размещать подвесные или опорные краны, использовать для освещения верхний свет и т. д., т. е. реализовывать все положительные особенности одноэтажных зданий. Тяжелое оборудование устанавливается на высоких фундаментах или на уровне 1-го этажа, но обслуживается оно главным

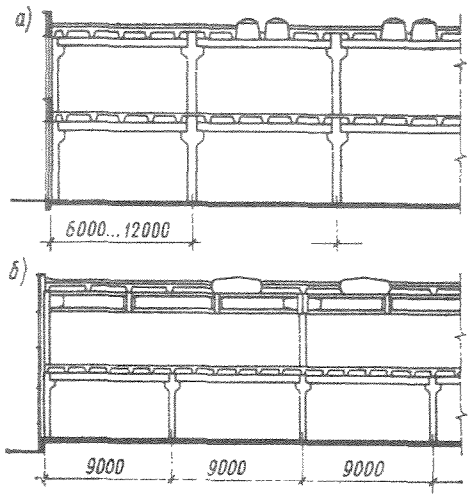


Рис. XVI.1. Двухэтажные многопролетные здания:
а — с одинаковой сеткой колонн на двух этажах; *б* — с разной сеткой колонн на этажах

образом на уровне 1-го. На междуэтажном перекрытии располагается только легкое оборудование. Технологический же процесс осуществляется горизонтально, как в одноэтажных зданиях. Все это, взятое вместе, и составляет специфику двухэтажных зданий. Вместе с тем в сравнении с одноэтажными площадь застройки сокращается на 30...40%. По совокупности всех затрат двухэтажные оказались экономичнее одноэтажных, поэтому, если позволяет технология производства, они находят все большее применение. Сетки колонн в таких зданиях применяют чаще всего укрупненные, квадратные (9×9; 12×12 м); в верхних этажах применяют либо ту же сетку, либо ее еще более укрупняют (18×18; 24×24 м).

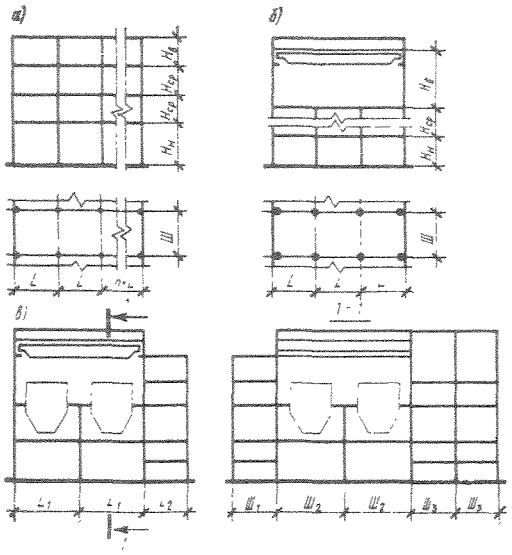


Рис. XVI.2. Объемно-планировочные структуры многоэтажных производственных зданий:
а — регулярная на всех этажах; *б* — регулярная с увеличенным верхним этажом; *в* — нерегулярная

Конструктивные решения и элементы покрытий таких зданий тождественны соответствующим решениям и элементам одноэтажных. Междуэтажные перекрытия двухэтажных зданий выполняются обычно из элементов многоэтажных производственных. Эти здания занимают как бы промежуточное положение между много- и одноэтажными. Их выделяют в отдельную группу — двухэтажных производственных зданий. При этом к многоэтажным условно относят здания в три и более этажей, подчеркивая разницу в характере их объемно-пространственных и конструктивных особенностей.

При проектировании производственных зданий, отнесенных к категории многоэтажных, различают три различные объемно-пространственные структуры: регулярную; то же, с увеличенными пролетами на верхнем этаже; нерегулярную (рис. XVI.2). К зданиям регулярной структуры относят такие, все этажи которых имеют одну и ту же сетку колонн и постоянную высоту всех этажей, за исключением (при необходимости) первого. При размещении на верхнем этаже увеличенных пролетов, что обычно связано с устройством подвесных или опорных кранов, регулярность структуры сохраняется на всех нижележащих этажах. К нерегулярным отнесены структуры зданий, в которых на разных уровнях располагается встроенное оборудование, бункера и прочее, требующее своих строго диктуемых технологией уровней, габаритов и т. д. (рис. XVI.2, *в*). Здания этого

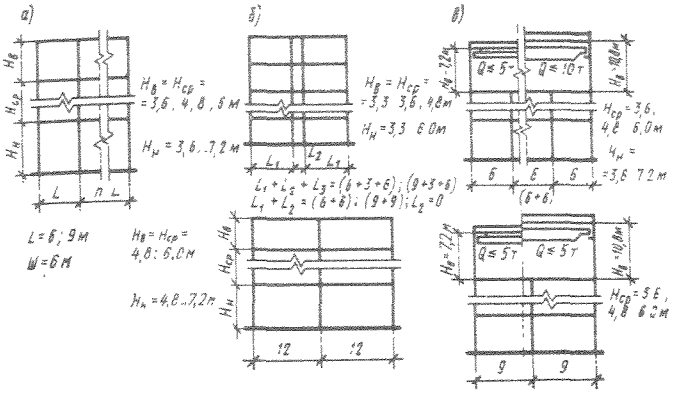


Рис. XVI.3. Унифицированные габаритные схемы многоэтажных производственных зданий: *а* — с произвольным числом пролетов под нагрузку для перекрытий не более 25 кН/м²; *б* — с фиксированным числом пролетов под нагрузку до 10 кН/м²; *в* — с увеличенным верхним этажом, с подвесным или опорным краном

типа не поддаются унификации (или поддаются фрагментарно) и их, как правило, проектируют индивидуально, с частичным использованием сборных изделий.

Здания регулярных структур, наоборот, явились объектом унификации, что было необходимо для преодоления устаревших традиций индивидуального проектирования и широкого внедрения в практику методов индустриального строительства. В результате резко сокращено число применяемых пролетов, шагов, высот, нагрузок на перекрытия, типов и грузоподъемности кранового оборудования и т. п., т. е. унифицированы основные строительные параметры. Так, для пролетов и шагов сеток колонн принят укрупненный модуль 3 м; для назначения высот этажей более 3,6 м принята градация 1,2 м (ниже 3,6 м — 0,3 м). Для производственных зданий приняты три основных размера высот этажей $H_{эт}=3{,}6$; 4,8; 6 м. Для первого этажа, в котором может располагаться транспортное оборудование, принят дополнительный размер высоты, равный 7,2 м. Для верхнего этажа высоты ($H_в$) приняты: при наличии подвесного крана и при пролете 18 м $H_в=7{,}2$ м; при наличии опорного крана и при пролетах 18 и 24 м высота этажа соответственно равна 8,4 и 10,8 м. Установлены предельные грузоподъемности: подвесных кранов — до 5 т, опорных — до 10 т, шаг колонн принят единым, равным 6 м.

Эти и другие основные параметры легли в основу разработанных межотраслевых унифицированных габаритных схем многоэтажных производственных зданий — схем, обязательных к массовому применению (рис. XVI.3).

Эти схемы подразделяют многоэтажные здания на три большие группы, соответствующие вышеназванным двум типам регулярных структур: 1) с неизменной сеткой колонн на всех этажах $(6\times n)\times 6$ м или $(9\times n)\times 6$ м (здесь n — число пролетов, которое принимается равным 2...10 для шестиметровых пролетов и $n=2...7$ для девятиметровых); 2) то же, с неизменными сетками колонн на всех этажах: $(6+3+6)\times 6$; $(9+3+6)\times 6$ и $(12+12)\times 6$ м; 3) с верхним крановым этажом, имеющим укрупненные сетки колонн 12×6; 18×6; 24×6 м и краны грузоподъемностью 5 и 10 т.

Вторая группа отличается от первой размерами пролетов и строгим фиксированием их числа. Кроме этих геометрических отличий имеются и другие, рассмотренные ниже.

Унификация включает и ограничения в числе этажей. Для схем первой группы рекомендованы 3...5 этажей; второй группы — до 12 этажей; третьей группы — 3...4 этажа (при пролетах нижних этажей 9 м) и 3...5 этажей (при пролетах 6 м).

Многоэтажным зданиям обычно придается простая форма плана. При значительной длине здания оно раз-

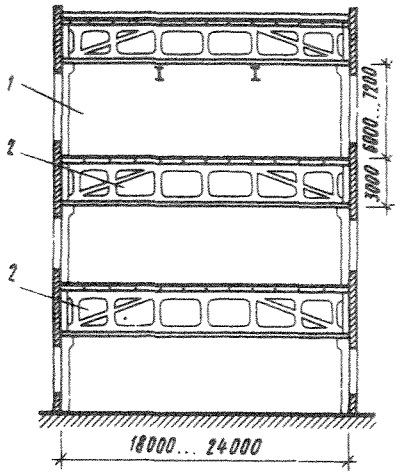


Рис. XVI.4. Здание средней гибкости с межферменными этажами:
1 — производственный этаж; *2* — межферменный (технический) этаж

бивается на температурные отсеки, длина которых не превышает 60... 72 м для отапливаемых зданий и 48 м для неотапливаемых. Унифицированные схемы в пределах температурного отсека не изменяются. При блокировке многоэтажных зданий с одноэтажными или с многоэтажными и с образованием более сложной формы плана (Ш-, П-образной, сплошной застройки и т. д.) обязательно устройство деформационных швов: каждый отсек вышеприведенных групп статически автономен.

Применительно к унифицированным схемам разработаны каталоги каркасов из сборных изделий, базирующиеся на унифицированных изделиях общесоюзного каталога. Это позволяет проектировать и возводить многоэтажные производственные здания индустриальными методами. Таким образом возводится свыше 90% многоэтажных зданий. Другой метод индустриального строительства предусматривает применение так называемых универсальных зданий по готовым типовым проектам. Этим термином названы здания, предназначенные для многоцелевого использования различными производствами с законченными технологическими циклами. Такие здания могут быть разной степени гибкости. Этот термин относится к габаритам внутреннего пространства, позволяющим размещать производства, требующие определенной «степени свободы». При сетках колонн 6×6 м, 6×9 м гибкость здания называется малой. При пролетах этажей более 24 м — большой; при промежуточных размерах сеток колонн — здания средней гибкости. Необходимость в междуэтажных перекрытиях больших пролетов для таких зданий потребовала разработки особого типа многоэтажных производственных зданий с *межферменными этажами* (рис. XVI.4). В межферменном пространстве размещаются коммуникации, вспомогательные помещения и оборудование.

Такой тип многоэтажных зданий, особенно средней гибкости (до 18... 24 м), находит все большее применение. Здания большой гибкости чаще проектируются индивидуально.

Многоэтажные производственные здания различают: по оснащенности подъемно-транспортным оборудованием — крановые и бескрановые; по системам отопления — отапливаемые («теплые») и неотапливаемые («холодные»); по системам освещения — с естественным, искусственным или совмещенным освещением; по капитальности делят на четыре класса.

В зависимости от категории размещаемого в здании производства устанавливаются предельная этажность, допустимая площадь этажей, степень огнестойкости конструкций. Так, для зданий с конструкциями I или II степени огнестойкости при размещении в них производств категорий А, Б, В предельная этажность не превышает шести, а при размещении производств категорий Г, Д — не выше 10 этажей. Для этих же категорий Г и Д здания с конструкциями III степени огнестойкости не должны превышать трех этажей и т. д. Все эти правила необходимо учитывать при проектировании как несущих, так и ограждающих конструкций.

XVI.2. Основные типы и конструктивные системы несущих остовов многоэтажных производственных зданий

Основным типом несущего остова многоэтажных производственных зданий является каркасный, главным образом в сборном исполнении; материал — преимущественно железобетон. Сталь в качестве материала каркасного несущего остова применяют реже, в случаях, например: значительных нагрузок на перекрытия, особенно сосредоточенных; при вибрационных нагрузках от работающего оборудования; при большом разнообразии размеров несущих элементов; при строительстве в труднодоступных районах и т. п. Точно так же нуждается в серьезном технико-экономическом обосновании и применение каркасов из монолитного и сборно-монолитного железобетона, строительство которых допускается в особых случаях (районы с повышенной сейсмичной активностью и т. п.).

Основным типом каркасов многоэтажных зданий являются каркасы с

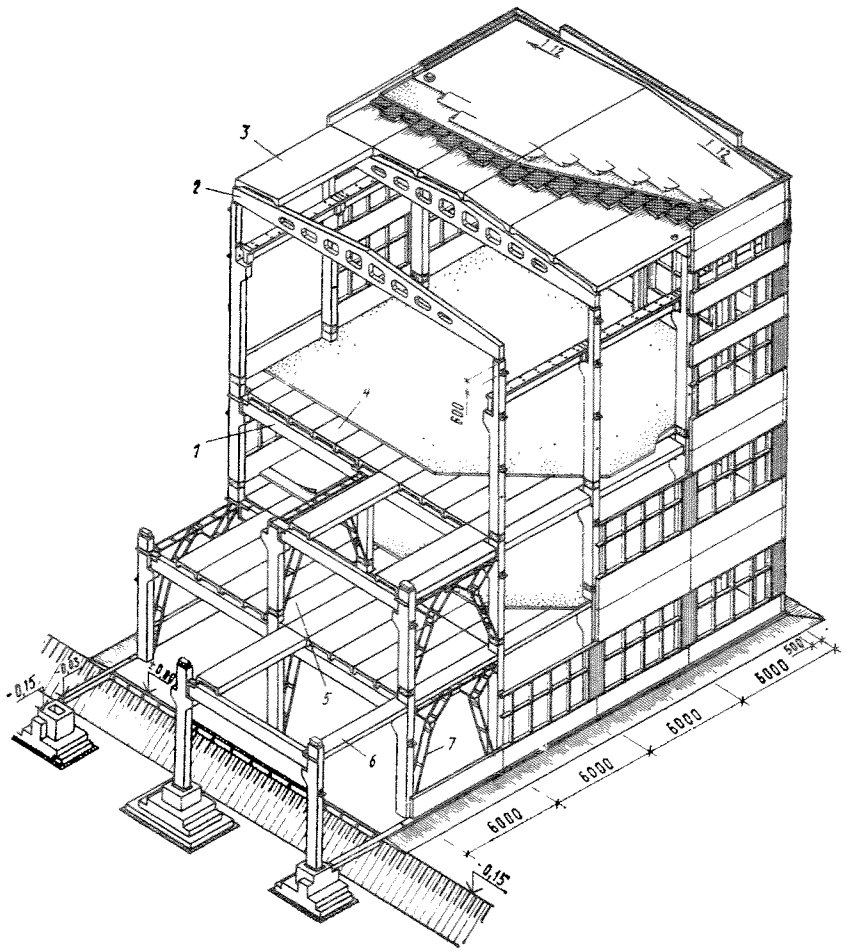


Рис. XVI.5. Многоэтажное производственное здание с балочным каркасом из сборных железобетонных конструкций:

1 — ригель (балка) перекрытия; *2* — ригель (балка) покрытия; *3* — плита покрытия; *4* — плита перекрытия; *5* — плита-распорка средняя; *6* — плита-распорка крайняя; *7* — продольные металлические связи

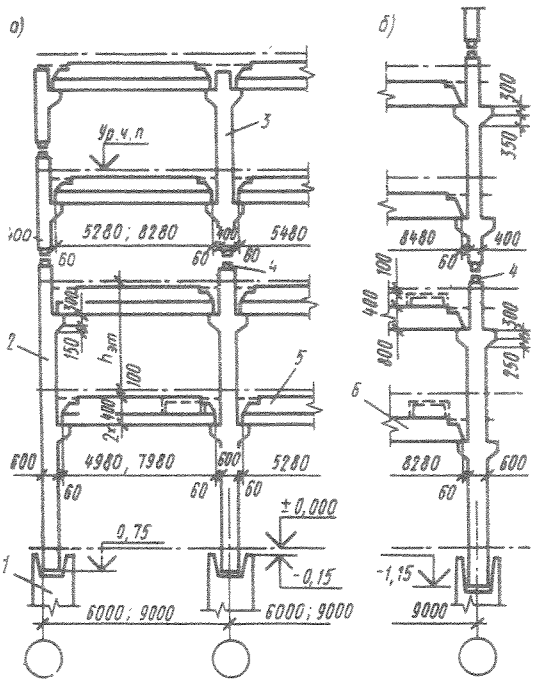


Рис. XVI.6. Каркас многоэтажного производственного здания:

а — ригеля с полками; *б* — ригеля без полок (опирание плит сверху); *1* — фундамент; *2* — крайняя колонна; *3* — средняя колонна; *4* — стык колонн; *5* — ригель с полками для опирания плит; *6* — ригель без полок (опирание плит сверху)

балочными перекрытиями или, как их кратко называют, «балочные каркасы», реже — каркасы с безбалочными перекрытиями (этот тип перекрытий рассмотрен в § XVI.3).

Балочные перекрытия наиболее «податливы» унификации. Они состоят из двух элементов — плиты и ригеля; при изменении величины пролетов изменяется только один элемент — ригель; при этом тип плиты обычно не изменяется. Это обстоятельство, а также то, что при балочных каркасах проще сопрягаются элементы и достигается большая пространственная жесткость здания, обеспечило балочным каркасам преимущественное применение в многоэтажных производственных зданиях (рис. XVI.5), прежде всего в каркасах, соответствующих вышеупомянутым унифицированным габаритным схемам первой и третьей групп. Применительно к этим схемам разработаны каталоги сборных железобетонных конструкций производственных зданий с сетками колонн 6×6 м при нормативных нагрузках на перекрытия до 25 кН/м² и 9×6 м при нагрузках на перекрытия до 15 кН/м².

Каркасы этих зданий (рис. XVI.6) состоят из ряда поперечных многоярусных рам с жесткими узлами в местах сопряжений ригелей с колоннами (рис. XVI.7, *а, б*). В продольном направлении жесткость и устойчивость рам обеспечивается стальными связями, устанавливаемыми в середине каждого температурного отсека по каждому продольному ряду колонн. В тех случаях, когда этой жесткости оказывается недостаточно, устанавливаются дополнительные продольные ригели (рис. XVI.7, *в*), сборные или монолитные. Сборные устанавливают на стальных столиках, приваренных к закладным деталям колонн в уровне железобетонных консолей. Монолитные ригели устраивают в местах межколонных плит. Каждой из унифицированных габаритных схем производственных зданий соответствует строго определенный набор основных конструктивных элементов каркаса — колонн, ригелей и др. (рис. XVI.8).

Колонны унифицированного каркаса подразделяют на крайние и средние, на колонны нижних, верхних и промежуточных этажей, они имеют консоли для опирания ригелей; при этом вынос консолей у всех колонн строго одинаков. Для упрощения монтажа колонны изготовляют двух- и трехэтажными, а также — для верхних этажей — одноэтажными. Монтажный стык устраивается на 1 м выше верха ригеля. Сечения всех колонн едины — 0,4×0,4 м; для нижних этажей — 0,4×0,6 м. Длина колонн соответствует высоте этажей, принятой в габаритных схемах (см. § XVI.1).

Ригели перекрытий имеют два типа поперечных сечений: с полками и без них. Они устанавливаются на консоли колонн и соединяются с колоннами сваркой арматуры и закладных деталей и замоноличиванием.

Высота всех ригелей одинакова и равна 0,8 м (для пролета 9 м ригель выполнен с предварительно напряженной арматурой). Длина ригелей определяется пролетом (6 и 9 м), их расположением в конструктивной схеме каждой из поперечных рам здания (крайнее, среднее, этажность) и размерами колонн (0,4 и 0,6 м), к которым они примыкают. Ширина всех ригелей единая—0,3 м (см. рис. XXII.6).

Плиты перекрытий ребристые, двух типов: типа 1 — плиты, укладываемые на полки ригелей; типа 2 — плиты, укладываемые на верхние плоскости ригелей (рис. XVI.9). Второй вариант опирания плит менее выгоден, так как связан с увеличением общей высоты перекрытий на 0,4 м. Этот вариант применяют при больших сосредоточенных нагрузках от крупноразмерного провисающего оборудования.

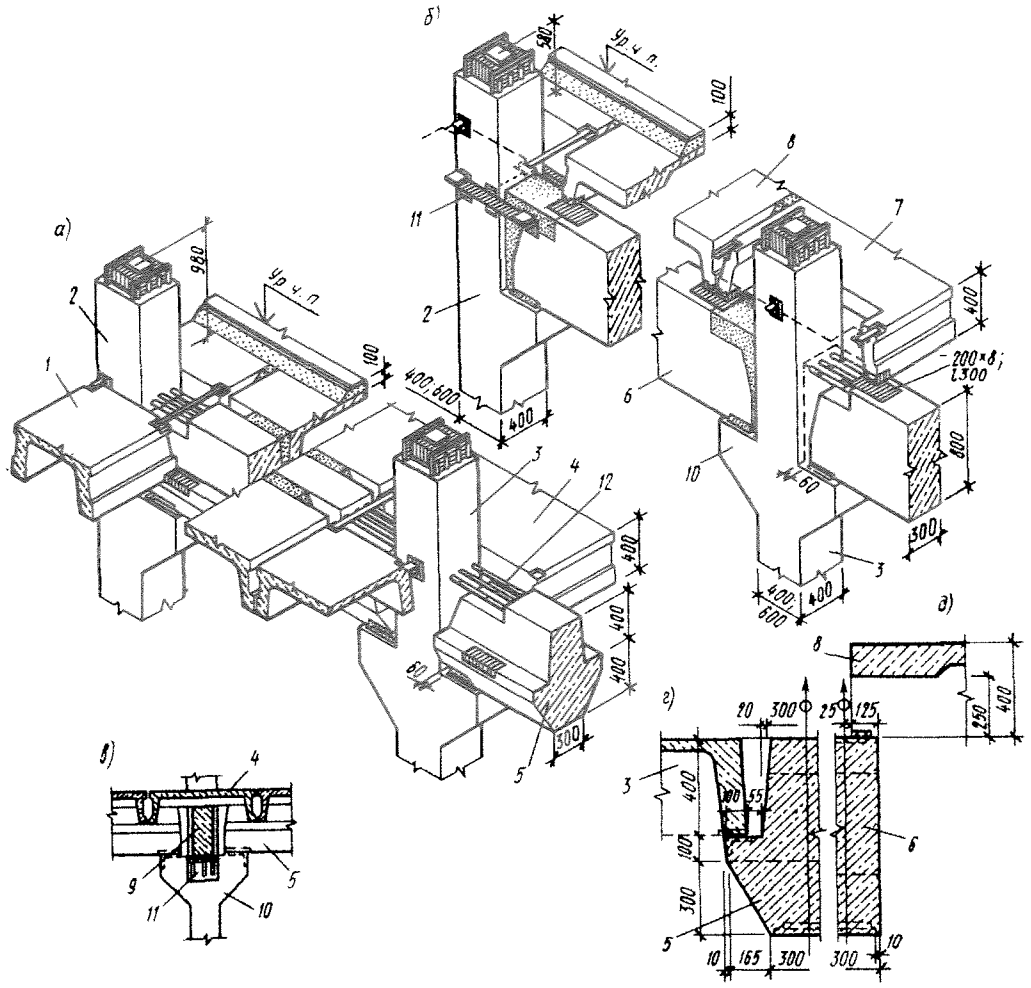


Рис. XVI.7. Крайний и средний узлы поперечных рам:

а — при опирании плит типа 1 на полки; *б* — при опирании плит типа 2 на ригели сверху; *в* — опирание продольного ригеля; *г* — опирание плит по типу 1; *д* — опирание плит по типу 2; *1* — крайняя плита-распорка типа 1; *2* — крайняя колонна; *3* — средняя колонна; *4* — рядовая плита типа 1; *5* — ригель с полками; *6* — прямоугольный ригель; *7* — средняя плита-распорка типа 2; *8* — рядовая плита типа 2; *9* — продольный ригель; *10* — консоль колонны; *11* — столик для опирания плиты; *12* — коротыши

Плиты типа 1 имеют два номинальных размера по ширине — 1500 и 750 мм и два номинальных размера по длине — 5550 и 5050 мм (см. рис. XXII.6). Укороченные плиты укладывают по всей ширине здания в двух местах — в его торцах и в местах температурных швов (рис. XVI.9, *д*). Возможен вариант применения плит только одной длины. В этом случае привязки у торцов иные (рис. XVI.9, *г*). Плиты номинальной ширины 750 мм предназначены только для укладки у продольных стен здания. Эти плиты, а также плиты шириной 1500 м, симметрично укладываемые относительно осей средних колонн, играют роль распорок между колоннами.

Плиты перекрытий типа 2 отличаются от типа 1 только расположением и размерами торцевых ребер (см. рис. XVI.9, *в, е*). Отступы ребер от краев плиты позволяют делать вырезы в полках в местах примыкания к колоннам; пониженная высота ребра позволяет образовать сплошную «щель» над ригелем высотой 250 мм для пропуска трубопроводов и других коммуникаций. Плиты типа 2 имеют только один номинальный размер по длине — 5950 мм. Предусматривается,

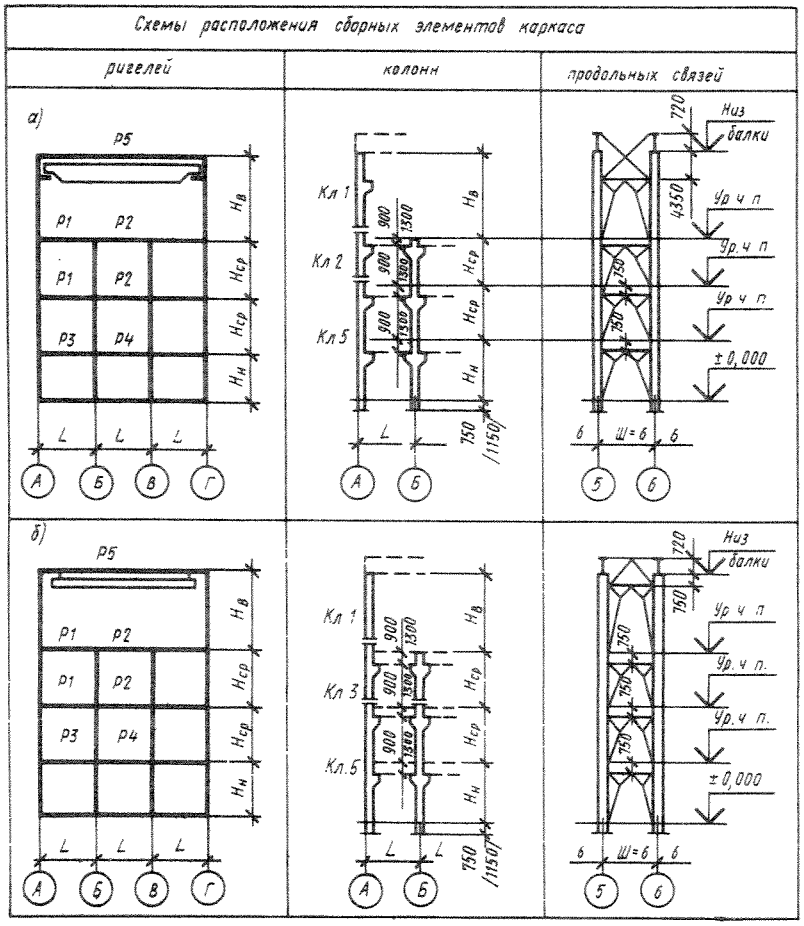


Рис. XVI.8. Примеры монтажных схем унифицированных каркасов с маркировкой сборных изделий:

а — с опорными кранами; *б* — с подвесными кранами

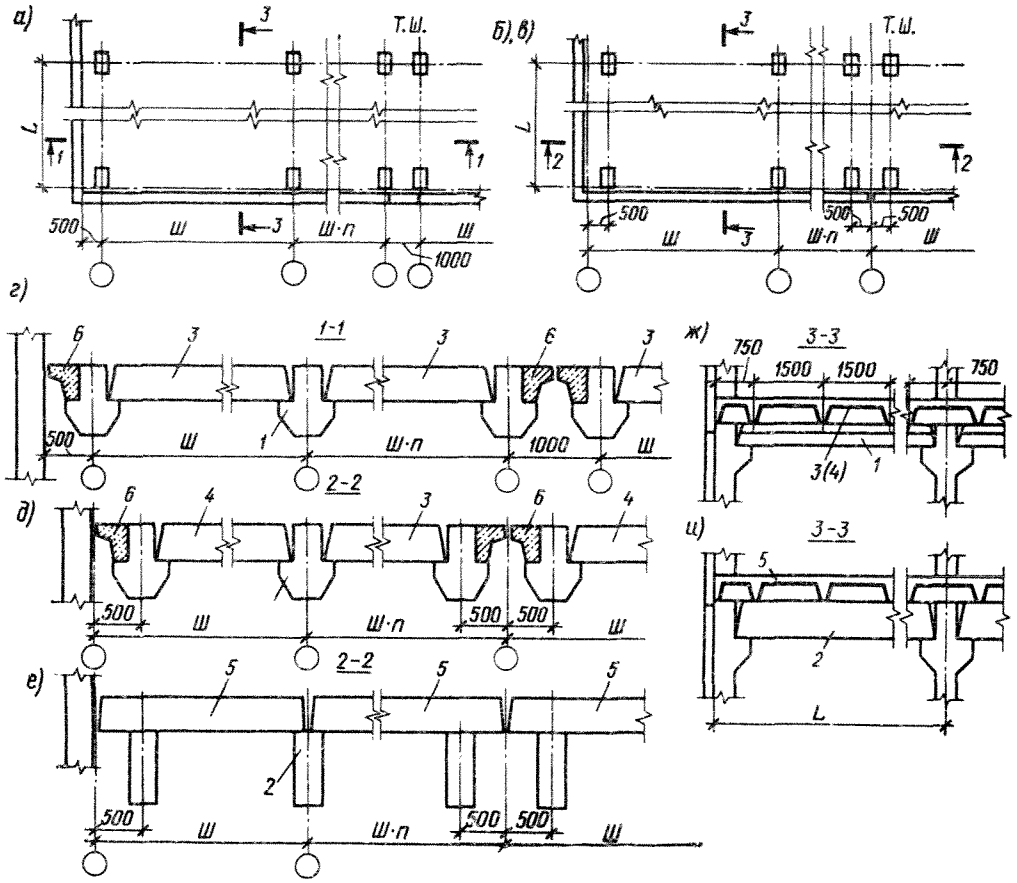


Рис. XVI.9. Решения торцов и температурных швов при укладке плит типов 1 и 2:
а — схема плана перекрытия с плитами типа 1 номинальной длины 5,55 м; *б* — то же, с применением укороченных плит у торцов; *в* — то же, с плитами типа 2; *г*, *д* — продольные разрезы для плит типа 1 нормальной длины (*г*) и с применением укороченных плит у торцов (*д*); *е* — то же, для плит типа 2; *ж*, *и* — поперечные разрезы для плит типов 1 и 2; *1* — ригель с полкой; *2* — ригель без полки; *3* — плита типа 1, *l*=5,55 м; *4* — то же, *l*=5,05 м; *5* — плита типа 2, *l*=5,95 м; *6* — доборные элементы

что у продольных стен укладывают доборные плиты шириной 750 мм типа 1 (на стальные столики, привариваемые к закладным деталям колонн).

Плиты перекрытий крепят к ригелям и между собой сваркой закладных стальных деталей и заливают бетоном, благодаря чему жесткость перекрытия достаточна для того, чтобы ее учитывать при действии горизонтальных усилий.

Лестничная клетка выполняется также из унифицированных железобетонных изделий панелей. Они встраиваются в каркас в разбивочных осях 6×6 м, не нарушая его пространственной устойчивости.

Подкрановые балки, балки и фермы покрытий принимаются те же, что и для одноэтажных зданий.

Покрытия выполняют в двух вариантах: для зданий без увеличенного верхнего этажа — из ригелей и плит, принятых для перекрытий (уклон кровли создается за счет утеплителя); для зданий с увеличенным верхним этажом — из балок (ферм) и плит настила покрытий, принятого для одноэтажных зданий.

Все эти конструктивные элементы используются для зданий примени-

тельно к унифицированным схемам первой и третьей групп под нагрузки до 25 кН/м².

Аналогичным образом и для производственных зданий унифицированных схем второй группы (по рис. XVI.3) разработаны каркасы, ориентированные на применение унифицированных сборных железобетонных изделий Общесоюзного каталога. Они отличаются от каркасов первой и третьей групп сочетаниями расчетных нагрузок, пролетов, этажностью и т. п., а также использованием отдельных сборных изделий гражданских зданий (рис. XVI.10). Тенденция к универсализации номенклатуры унифицированных сборных изделий гражданского и промышленного строительства (в зависимости от сочетаний расчетных нагрузок и т. п.) нашла отражение в межвидовом каркасе серии 1.020.1—83, в котором использованы унифицированные сборные изделия гражданского и промышленного строительства (см. рис. XXII.4, XXII.5, XXII.6).

Совершенно иной подход к проектированию каркасных зданий применен в территориальном каталоге ТК1—2 для Московской агломерации: никаких ограничений унифицированными габаритными схемами в нем не предусмотрено. Номенклатура изделий ориентирована на произвольные компоновки каркасных изделий различной этажности (до 16) и различной конфигурации в планах и в разрезах зданий (возможность устраивать уступы, изломы, запáды фасадов, эркеры и т. п.). Основополагающим для системы каталога ТК1—2 является принцип: из типовых элементов нетиповое здание.

Для реализации этого принципа система каталога содержит два вида каркаса: *легкий* и *тяжелый* (рис. XVI.11). Легкий включает применение типовых многопустотных плит перекрытий высотой 220 мм под унифицированные расчетные нагрузки 6, 12,5 и 16 кН/м² (элементы см. на рис. XXII.2), тяжелый — применение ребристых плит высотой 400 мм под унифицированные расчетные нагрузки 12,5, 16 и 27 кН/м² (элементы см. на рис. XXII.3).

Оба каркаса выполняются с ригелями; расчетная схема—связевая. Направление ригелей произвольное. Узел сопряжения ригелей с колоннами— со скрытой консолью (принцип гражданских зданий). Форма ригелей — пере-

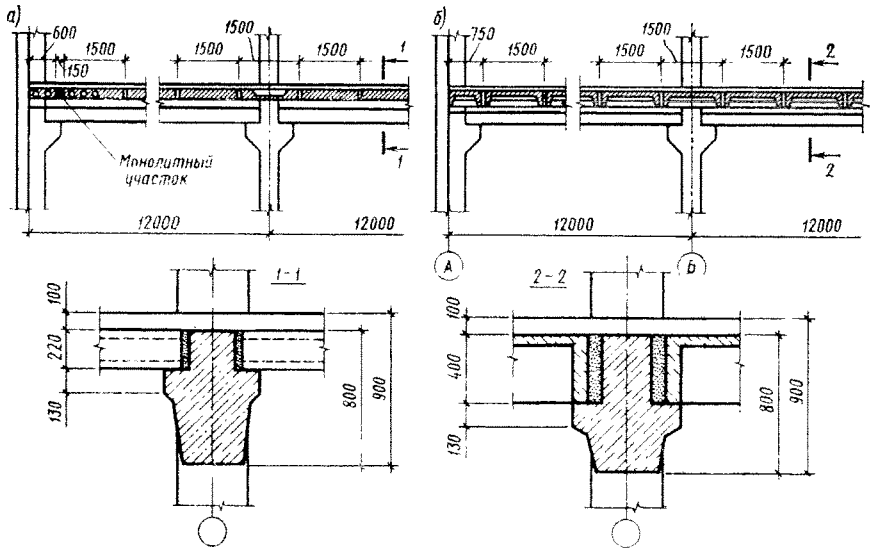


Рис. XVI.10. Каркас многоэтажных зданий с пролетами 12+12 м:
а — с применением многопустотных плит; *б* — с применением ребристых плит

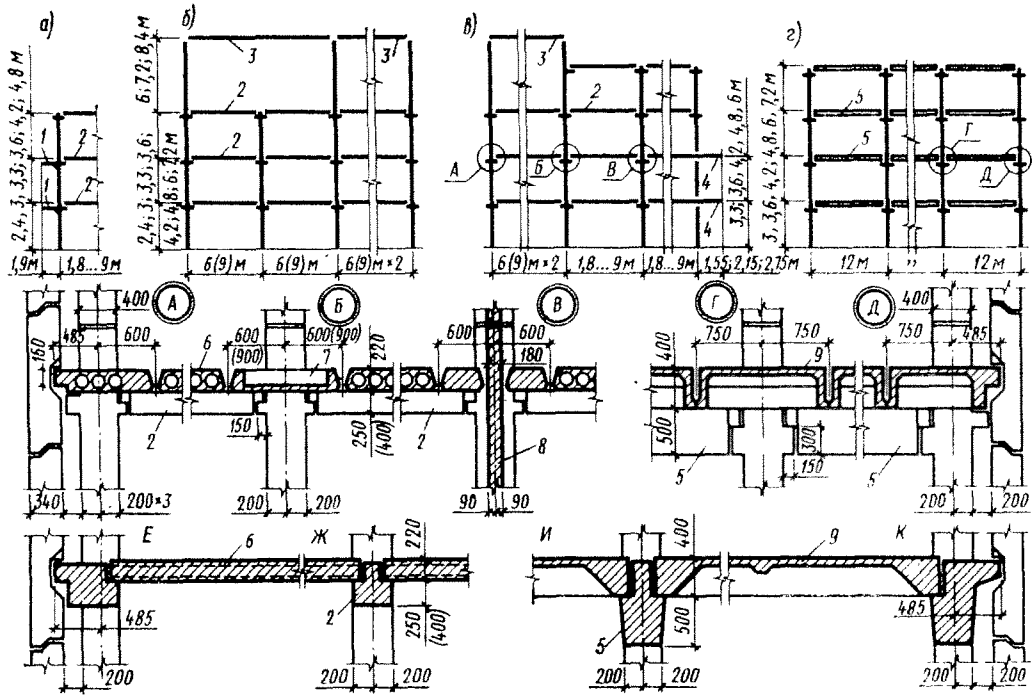


Рис. XVI.11. Схемы каркасов каталога ТК1-2:

а—в — вариантные схемы легкого каркаса; *г* — то же, тяжелого; *а—к* — узлы этих каркасов; *1* — консоли колонн наружного ряда; *2* — ригели легкого каркаса; *3* — однопролетные балки (фермы) одноэтажных зданий; *4* — консольные ригели с платформенным опиранием на колонну; *5* — ригели тяжелого каркаса; *6* — многопустотные плиты; *7* — плита-распорка, *8* — вариант решения стены жесткости; *9* — коробчатый настил тяжелого каркаса

вернутый тавр. Пролеты вдоль ригелей: для легкого каркаса — 1,8 . . . 7,8 м (с модулем 0,6; 9; 12 м); для тяжелого — 3; 6; 9; 12 м. Шаги в направлении пролетов пустотных плит — до 7,2 м; вдоль ребристых — до 9,0 м. В верхних этажах зданий возможны укрупненные пролеты до 12 и 18 м, перекрываемые двускатными балками или фермами, предусматривающими возможность подвески кранов (применение мостовых кранов исключено). Каркас включает консольные выносы на любом этаже (рис. XVI.11 и XVI.9) и т. п. Градации высот этажей: 3, 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 6; 7,2 м.

Нетрудно видеть, что применение универсального каркаса ТК1-2 существенно расширяет возможности архитекторов в применении унифицированных изделий. Видимо, эти принципы будут заложены в последующие разработки. В настоящее время использование каталога ТК1-2 ограничено территорией Московской агломерации.

XVI.3. Каркасы зданий с большими пролетами

Большими пролетами многоэтажных зданий называют пролеты размером 12 м и более. В таких зданиях появляется возможность свободнее размещать оборудование, целесообразнее использовать производственную площадь, легче осуществлять модернизацию производства.

Одно из таких зданий с пролетами 12 м, с балочным каркасом рассмотрено в § XVI.2. При необходимости увеличения пролетов или полезных нагрузок увеличивается высота ригелей. Это нежелательно в связи с тем, что возникают вопросы нецелесообраз-

разного использования межригельного пространства или неоправданного увеличения высоты этажей.

В таких случаях гораздо целесообразнее перекрывать большие пролеты безраскосными фермами, в пределах высоты которых устраивать технические этажи (рис. XVI.12). Безраскосные фермы позволяют осуществлять коммуникации в продольном направлении.

При шаге колонн 6 м рекомендуемые размеры пролетов, перекрываемых фермами, равны 12, 18 и 24 м. Высота технического этажа принимается 3,0 и 3,6 м (при необходимости 2,4 м). Фермы выполняют в двух вариантах — железобетонные и стальные. Стальные фермы перекрытий по требованиям пожарной безопасности должны защищаться несгораемыми

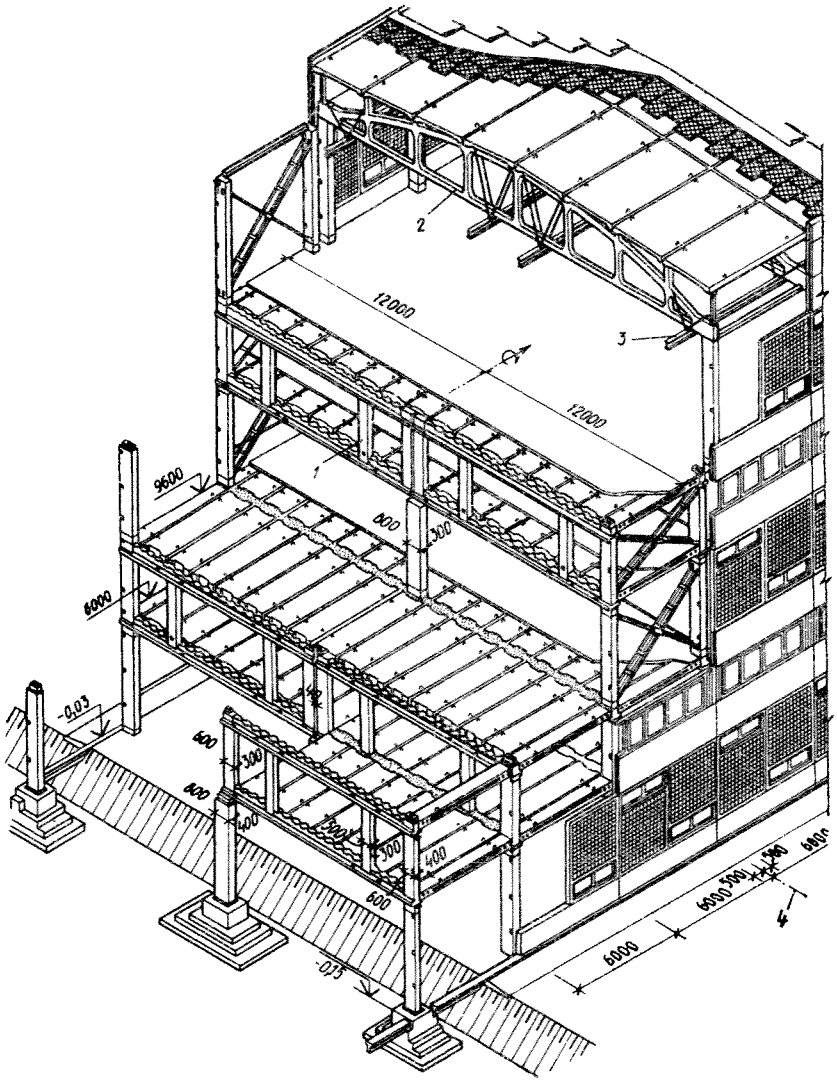


Рис. XVI.12. Каркас здания с межферменными этажами:

1 — безраскосая ферма; *2* — ферма покрытия; *3* — монорельс подвесного крана; *4* — ось деформационного шва

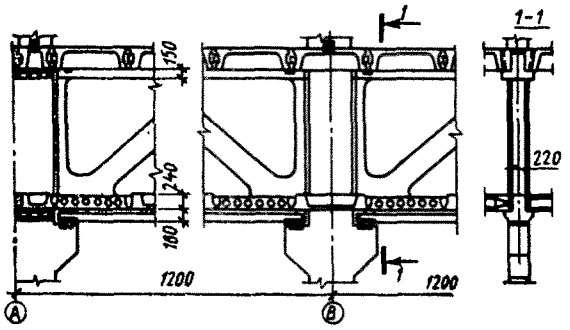


Рис. XVI.13. Конструкция железобетонных перекрытий, опирающихся на фермы-ригели (пример)

материалами от непосредственного воздействия огня.

Верхний и нижний пояса междуэтажных ферм имеют полки для опирания плит перекрытий. Ширина поясов принимается не более 200... 300 мм, что позволяет опирать на них плиты балочных каркасов.

По верхнему поясу обычно укладывают ребристые плиты перекрытий производственных зданий высотой 0,4 м (рис. XVI.13). По нижнему поясу нагрузки обычно меньше, поэтому часто выгоднее укладывать многопустотный настил: высота настила меньше и получается гладкая поверхность потолка.

Пример здания с межферменными этажами приведен на рис. XVI.12. Колонны этого здания имеют сечения 0,3×0,6 м (крайние) и 0,3×0,8 м (средние). Сопряжения ферм с колоннами образуют рамные узлы. Система поперечных рам в продольном направлении решается по связевой конструктивной схеме с постановкой вертикальных металлических связей в каждом деформационном отсеке. Пролет верхнего этажа может перекрываться любыми фермами, включая металлические конструкции.

При необходимости укрупнения не только пролетов, но и шага колонн, конструктивные системы междуэтажных перекрытий могут решаться тремя способами: в виде системы главных и второстепенных балок или ферм, аналогичных системе стропильных и подстропильных конструкций покрытий (пример в балочном варианте на рис. XVI.14); с применением крупнопролетного настила (например, рис. XVI.15), укладываемого на балки или фермы, располагаемые с укрупненным

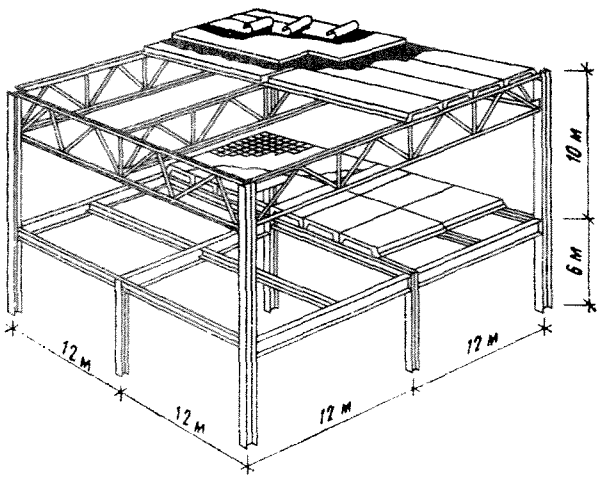


Рис. XVI.14. Двухэтажный металлический каркас главного корпуса автомобильного завода (фрагмент)

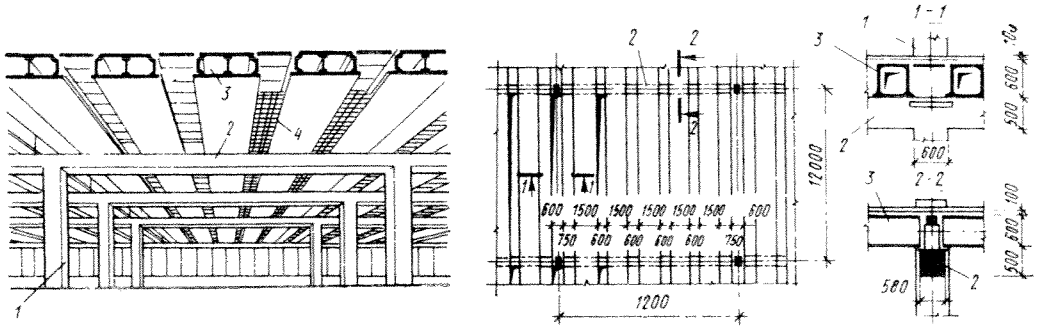


Рис. XVI.15. Фрагмент перекрытия ячейки 12×12 м с применением коробчатого настила:

1 — колонна; *2* — ригель с отверстиями; *3* — коробчатый настил; *4* — светильники искусственного освещения

шагом; с применением пространственных конструкций, например перекрестно-ребристых плит, опирающихся по углам на развитые опоры.

Последний способ может в ряде случаев оказаться перспективным при сетках опор 24×24 и 36×36 м. Применение перекрестно-ребристых безраскосных систем с опиранием на развитые опоры и с образованием технических этажей может при определенных условиях быть эффективным.

XVI.4. Конструктивные системы перекрытий

В многоэтажных производственных зданиях с каркасным несущим остовом системы перекрытий подразделяют на балочные — с ригелями, расположенными либо поперек здания, либо вдоль здания, либо перекрестно и на безбалочные перекрытия, не имеющие выступающих ребер (ригелей, балок).

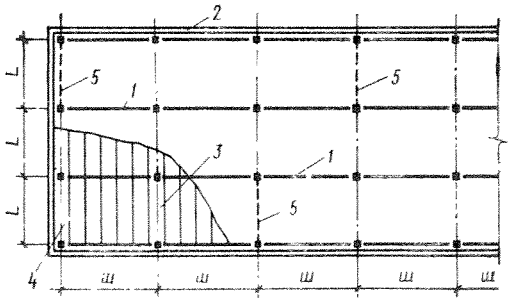


Рис. XVI.16. Система с продольным расположением ригелей:

1 — ригель; *2* — наружная стена; *3* — плита-распорка средняя; *4* — то же, крайняя; *5* — места возможного расположения поперечных связей

Первый из этих типов — балочные с ригелями, расположенными поперек здания, рассмотрен в § XVI.2. Такое расположение ригелей наиболее целесообразно.

Вместе с тем при проектировании иногда возникает необходимость пролеты, перекрываемые ригелями, располагать вдоль здания (рис. XVI.16). В таких случаях также применяют унифицированные геометрические параметры (сетки колонн 6×6 м или 6×9 м и т. д.) и те же унифицированные сборные железобетонные изделия, что и при поперечном расположении ригелей (по рис. XXII.7). Поэтому в основном сохраняются те же приемы раскладки плит перекрытий и привязки наружных стен, которые рассмотрены в § XVI.2, с той лишь разницей, что при изменении направления ригелей привязки и раскладка плит вдоль продольных стен становятся в данном варианте решениями для торцов и т. д. Однако в сравнении с поперечным продольное расположение ригелей имеет ряд недостатков. Осложняется обеспечение жесткости каркаса в поперечном направлении: при расположении многоэтажных рам вдоль здания необходимо при проектировании расставить элементы жесткости (связи, диафрагмы, ядра жесткости или другие элементы) в неразгоро-

женных внутренними стенами производственных помещениях и при технологических потоках, направляемых обычно вдоль здания; это не всегда просто сделать. Другой серьезный недостаток — ригель, располагаемый вдоль стен, снижает уровень верха окон на 0,4...0,8 м, т. е. ухудшает освещенность помещения.

Перекрестное расположение ригелей (рис. XVI.17) во многих отношениях выгоднее продольного. При такой конструктивной системе отпадают проблемы, связанные с необходимостью обеспечения пространственной жесткости каркаса, так как легко осуществима рамная схема в двух направлениях. Упрощается размещение крупногабаритного провисающего оборудования, которое можно располагать непосредственно на ригелях, уложенных в двух направлениях. Снижается нагрузка от перекрытий на каждый ригель: при расположении плит по схеме рис. XVI.17, *в* загрузочная площадь снижается вдвое.

Вопросы выбора той или иной конструктивной системы перекрытия многоэтажного производственного здания относятся к компетенции не только инженеров-строителей. Не менее существенна роль и архитекторов, и технологов, так как выбор системы находится в тесной связи с организацией внутреннего пространства здания, установлением геометрических параметров и т. п.

Выше рассмотрены конструктивные системы балочных перекрытий с применением унифицированных сборных железобетонных изделий. В ряде случаев может возникнуть необходимость применения **монолитного** несущего остова. В этом случае в промышленном строительстве чаще всего применяются также балочные систе-

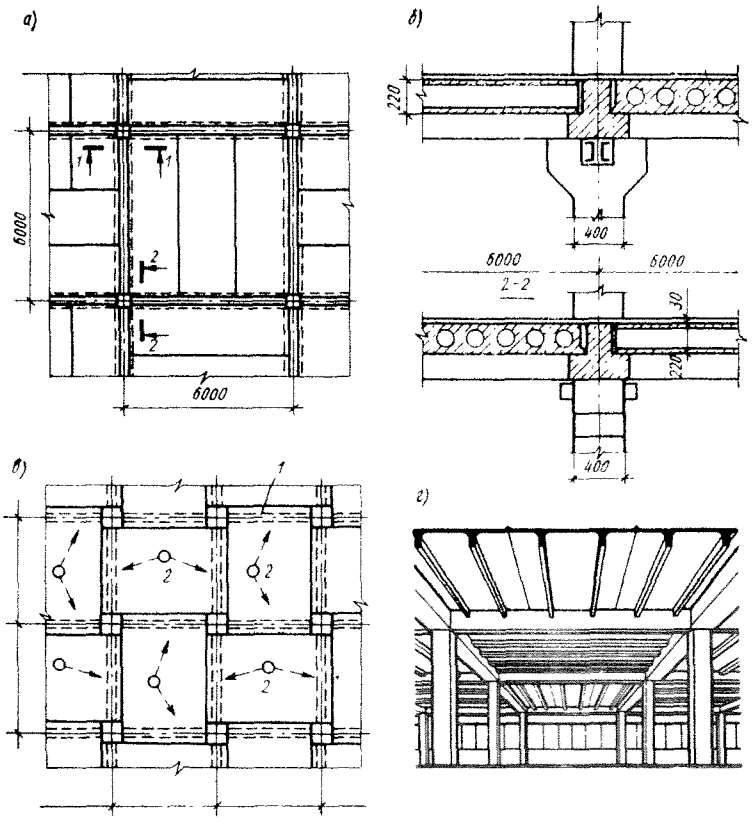


Рис. XVI.17. Перекрестная укладка настилов в перекрытии:

а — план; *б* — разрезы; *в* — схема распределения нагрузки на ригели; *г* — вариант с ребристыми плитами; *1* — ригель; *2* — распределение нагрузки

мы (рис. XVI.18). При монолитном решении плиты составляют одно целое с балками и ригелями. Толщина плит принимается 80...100 мм. При такой толщине расстояния между балками не превышают 2,4 м; чаще — 1,5...2 м. Высота второстепенных балок принимается порядка $^1/_{15}$ от всего пролета. Высота ригелей $^1/_{10}...^1/_{12}$ от пролета; при напряженном армировании — не менее $^1/_{15}$. Монолитные перекрытия устраивают и при применении сборных изделий в виде отдельных монолитных участков.

Безбалочные перекрытия состоят из плоской многопролетной железобетонной плиты, опертой через капители на колонны, которые обычно располагаются в квадратной сетке (или близкой к квадрату в плане). Безбалочными перекрытия названы из-за отсутствия выступающих ребер-ригелей. Их роль выполняют участки плит (шириной 0,2...0,3 от пролета), расположенные между колоннами. Эти участки, называемые *междуколонными* или *надколонными,* выполняют роль плоских плитных ригелей, работающих в пролетах между колоннами по балочной схеме (рис. XVI.19). По этой причине при проектировании зданий в пределах междуколонных плит исключено устройство проемов, крупных отверстий и т. п. Для этих целей может использоваться срединная зона плиты. Как видно из рисунка, безбалочная конструкция работает в двух направлениях. Этим и объясняется то, что оптимальная сетка колонн в плане близка квадратной для обеспечения одинаковой работы плиты в двух направлениях.

Для этих случаев толщину плиты принимают равной $^1/_{32}...^1/_{35}$ большого пролета. При пролетах до 6 м плиты проще изготовлять плоскими. При бóльших значениях пролетов и при значительных полезных нагрузках такие плиты становятся тяжелыми. В этом случае их целесообразно кессонировать, прежде всего в срединной зоне. Колонны из железобетона или металла выполняют обычно квадратного или круглого сечения, с капителями, чаще всего имеющими пирамидальную форму (рис. XVI.19, *б*). Капители обеспечивают восприятие значительных изгибающих моментов и поперечных сил от опертых на них плит, повышают жесткость системы. Однако в ряде случаев при устройстве монолитных железобетонных плит возникает необходимость в гладких поверхностях потолка без выступающих капителей. В таких случаях в пределах толщины монолитной желе-

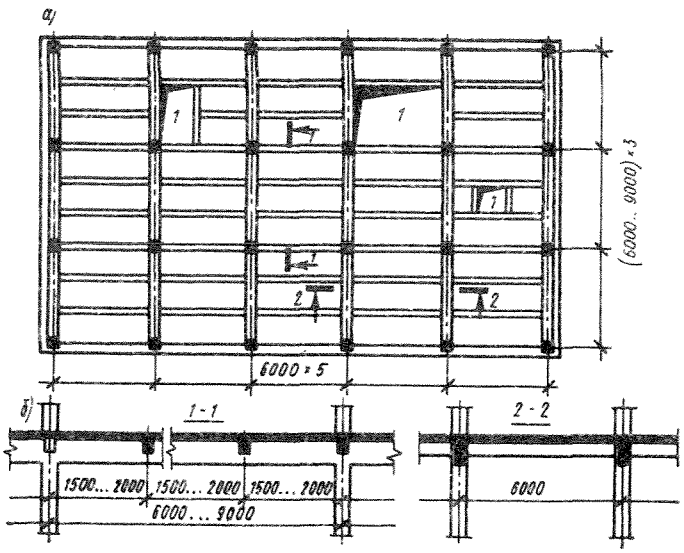


Рис. XVI.18. Монолитное ребристое железобетонное перекрытие:

а — план расположения балок; *б* — разрезы перекрытия; *1* — отверстия в перекрытии

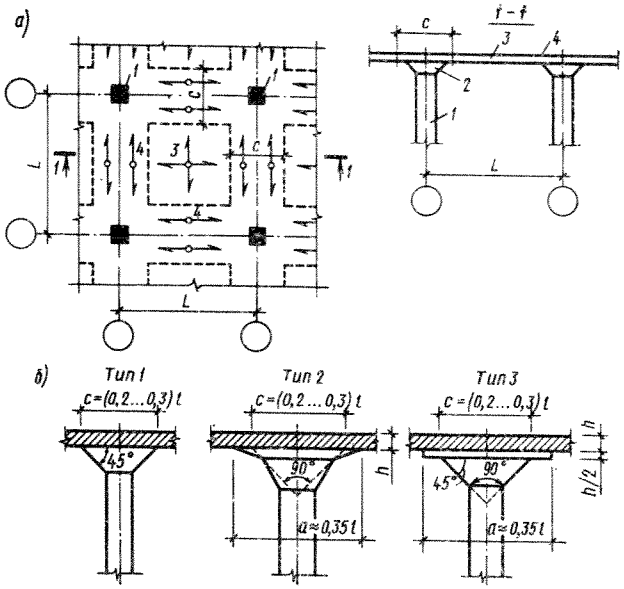


Рис. XVI.19. Безбалочные перекрытия:

а — схема статической работы ячейки плиты перекрытия; *б* — типы капителей безбалочных перекрытий; *1* — колонны; *2* — капитель; *3* — направления изгиба средней части плиты; *4* — то же, между колонной части плиты шириной, равной *с*

зобетонной плиты устраивают скрытую капитель — развитую в плане обойму из сваренных стальных профилей («воротник»), к которой приварена по контуру арматура плиты. Такой конструктивный прием позволяет, например, применять прогрессивный способ возведения зданий — «метод подъема перекрытий». Существо этого способа состоит в следующем. На уровне первого этажа строящегося здания бетонируется «слоеный пирог», состоящий из монолитных железобетонных плит, разделенных изолирующими слоями из толя, пергамина и т. п. После отверждения бетона перекрытия с помощью механических подъемников, закрепленных на заранее установленных сборных колоннах зданий, плоские перекрытия поднимаются на проектные уровни этажей (см. рис. XIV.6.). При монолитных плитах сетки колонн зданий не обязательно должны иметь унифицированные размеры. Тем не менее при назначении этих размеров полезно принимать во внимание необходимость их координации с габаритами ограждающих конструкций и других элементов здания. При применении же сборных и сборно-монолитных безбалочных конструкций унификация геометрических параметров обязательна.

Сборные безбалочные каркасы состоят из четырех элементов: колонн высотой в один этаж; железобетонных капителей; междуколонных (или надколонных) плит; средних плит. Каждая колонна имеет консоль, на которой закрепляется капитель пирамидальной формы — для опирания на нее междуколонных плит (рис. XVI.20). Одновременно эта капитель является обоймой для замоноличивания стыка колонн нижележащего и вышележащего этажей.

Междуколонные плиты изготовляются плоскими, ребристыми или пустотными. Для повышения несущей способности они конструируются так, чтобы после установки на место, сварки выступов арматуры и замоноличивания стыков они работали как многопролетные неразрезные балки. Средние плиты опирают по контуру на четверти, выступающие из междуколонных плит. Средние плиты выполняют однослойными плоскими или ребристыми толщиной 160...220 мм для обычных сеток колонн 6×6 м.

Более простое решение имеет сборно-монолитное безбалочное пере-

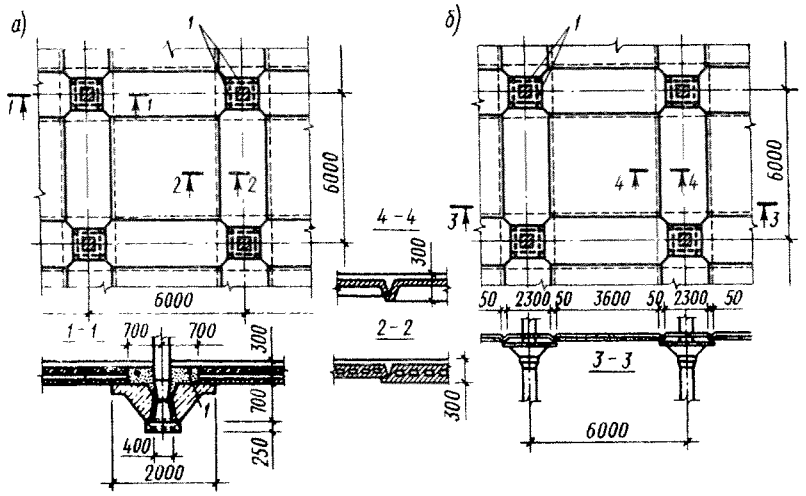


Рис. XVI.20. Сборные безбалочные перекрытия:

а — с многопустотными плитами перекрытий и стыком колонны внутри капители; *б* — ребристыми плитами и стыком колонны над капителью; *1* — места сварки арматуры

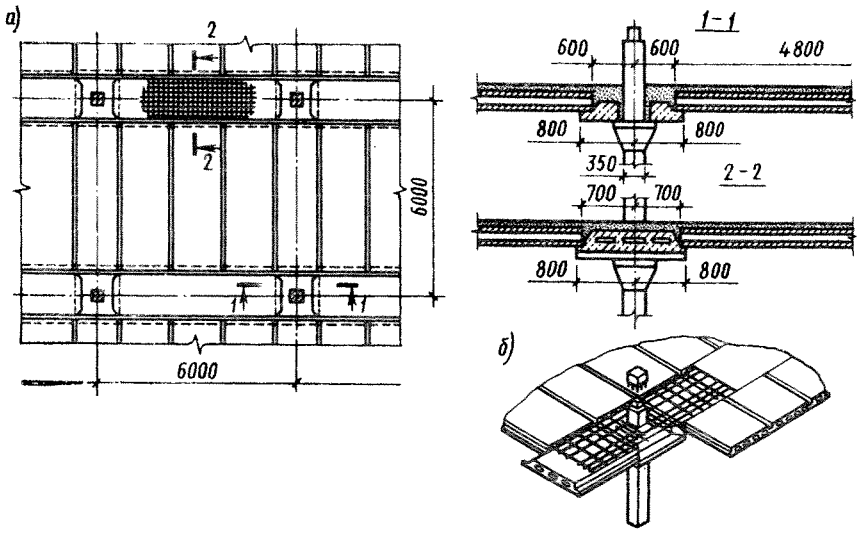


Рис. XVI.21. Сборно-монолитное безбалочное перекрытие с напряженно-армированными плоскими ригелями, многопустотными плитами и плоской капителью:

а — схема перекрытия; *б* — сопряжение элементов перекрытия (уложена арматура замоноличиваемого участка)

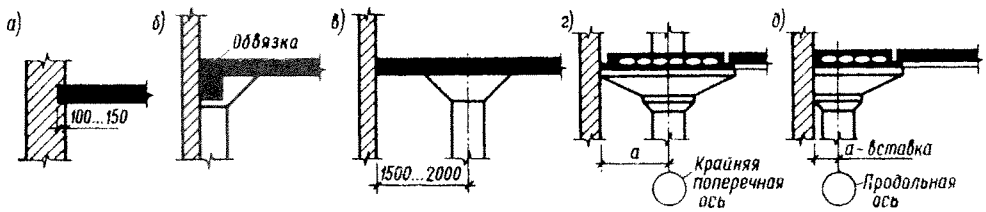


Рис. XVI.22. Устройство опирания плиты по краю:

а — опирание на несущую стену; *б* — на железобетонную обвязку; *в* — консольное решение по периметру; *г* — на междуколонную плиту; *д* — то же, на специальную усиленную, укороченную плиту вдоль продольных стен

крытие с плоскими капителями и с междуколонными плитами, расположенными в одном направлении (рис. XVI.21). Средние плиты также располагаются в одном (противоположном) направлении, опираясь на четверти междуколонных плит. Чаще всего средние плиты изготовляются многопустотными. Одна из этих плит служит распоркой между колоннами каркаса. Выпуски арматуры средних плит привариваются к арматурной сетке, укладываемой на междуколонные. К этой же сетке привариваются выпуски арматуры и закладные детали других сборных элементов. После бетонирования сборно-монолитное перекрытие обладает необходимой жесткостью.

В зависимости от того, какой тип безбалочных перекрытий применен, уточняется привязка наружных стен к разбивочным осям здания (рис. XVI.22). В этом случае не лишне вновь обратить внимание на то, что междуколонная плита является плоским ригелем (рис. XVI.19), и ее поперечное сечение необходимо или сохранять, или заменять на другие решения.

XVII Глава. Стеновые ограждающие конструкции многоэтажных зданий

XVII.1. Наружные стены панельных жилых домов

От правильного выбора конструкции панелей наружных стен во многом зависят эксплуатационные качества жилого дома. Удельный вес наружных стен в общем объеме работ по сооружению крупнопанельного дома значителен и составляет 20...25% по стоимости и 15...20% по трудоемкости.

Панели наружных стен подразделяют в зависимости от перекрываемых пролетов на одно- и двухмодульные (размером на «одну» или «на две комнаты»); в зависимости от разрезки в пределах высоты этажа — на однорядную и двухрядную; в зависимости от наличия проемов — на глухие, с оконными проемами, с оконными и балконными проемами; в зависимости от их роли в несущей системе — на несущие и навесные; по материалу и конструктивным разновидностям — на однослойные из легких бетонов (в основном керамзитобетонные) и многослойные железобетонные с утеплителями из плит пенополистирола ПСБ-С, цементного фибролита, минераловатных плит и др.

Преимущества однослойной конструкции, в частности керамзитобетонной, в ее технологичности — возможности изготовления панелей механизированным способом с минимальным использованием ручного труда. Керамзитобетон в сравнении с другими легкими бетонами имеет наименьшую плотность при заданной прочности. Керамзитовый гравий считается основным и лучшим по качеству искусственным пористым заполнителем.

Толщина наружных стен из керамзитобетона 300...350 мм (в зависимости от климатических условий) практически равна толщине стен из ячеистых бетонов и близка к толщине трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем.

В теплотехническом отношении однослойная конструкция отличается от многослойной отсутствием теплопроводных включений в виде железобетонных ребер, т. е. более однородна.

Многослойные панели состоят из двух слоев конструктивного железобетона (внутреннего — несущего и наружного — облицовочного) и заключенного между ними утепляющего слоя с плотностью, не превышающей 400 кг/м^3. Они имеют достаточно высокую несущую способность; это расширяет область их применения для сильно нагруженных стен. В теп-

лотехническом отношении эти панели за счет эффективного утеплителя достаточно совершенны.

Недостаток многослойных панелей по сравнению с однослойными — повышенная сложность и трудоемкость изготовления, в процессе которого в форму должны быть уложены три слоя: наружный и внутренний армированные из тяжелого бетона и утеплитель между ними. Для того чтобы обеспечить требуемые эксплуатационные качества панелей, все эти материалы должны быть уложены с точным соблюдением проектных размеров.

Наиболее рациональная конструкция трехслойной панели — с увеличенной толщиной внутреннего бетонного слоя до 8...10 см (вместо ранее применяемого 4...5 см).

Толщина наружного слоя трехслойной панели (включая отделочный слой) должна быть не менее 60 мм.

Внутренний и наружный слои соединяются не только ребрами, но и (в последних решениях)гибкими связями из нержавеющей стали (рис. XVII.1).

Учитывая близкие технико-экономические показатели, конструктивные и эксплуатационные качества керамзитобетонных и многослойных железобетонных панелей, в крупнопанельном строительстве предусматривается дальнейшее применение и совершенствование той и другой конструкции.

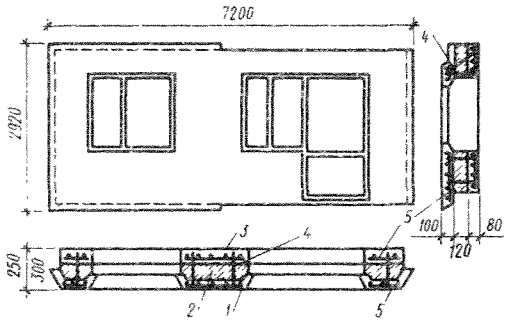


Рис. XVII.1. Панель наружного ограждения (двухмодульная) с гибкими связями:
1 — внешний слой; *2* — утеплитель; *3* — внутренний слой; *4* — гибкие связи; *5* — арматурные сетки

Так в Общесоюзном каталоге индустриальных изделий предусмотрено два варианта панелей наружных стен: однослойные легкобетонные толщиной 350 и 400 мм для различных климатических условий и трехслойные железобетонные с гибкими связями при одной унифицированной толщине панелей 300 мм.

Расширенная номенклатура этих панелей, заложенная в Каталог, обеспечит разнообразные архитектурные решения фасадов. Возможные схемы разрезки наружных стен на панели приведены на рис. XVII.2.

Применяемые для облицовки наружных панелей керамическая плитка, стекломозаика, различные каменные фактуры получили широкое распространение и стали основным видом отделки, обладающей долговечностью и высокими художественными качествами.

Крепление облицовочных материалов — тонкопиленного камня (толщиной 10 мм), керамической и стеклоплитки — к керамзитобетону осуществляется без использования крепежных деталей за счет адгезии к бетону панели.

В последние годы для отделки наружных панелей находит применение «архбетон», представляющий собой наружный слой бетона на белом цементе. Применение «архбетона» открывает, в частности, широкие возможности для применения панельных домов для застройки сложившейся части старых городов.

Стыки и связи между панелями являются наиболее ответственными элементами конструкции, определяющими эксплуатационные качества здания. При этом важно обеспечивать изоляцию стыков от протечки при дождях с ветром, «загоняющим» влагу внутрь. Для предотвращения этого во всех горизонтальных швах необходимо устраивать гребни и слои изоляции (рис. XVII.3). В зависимости от методов водозащиты существует

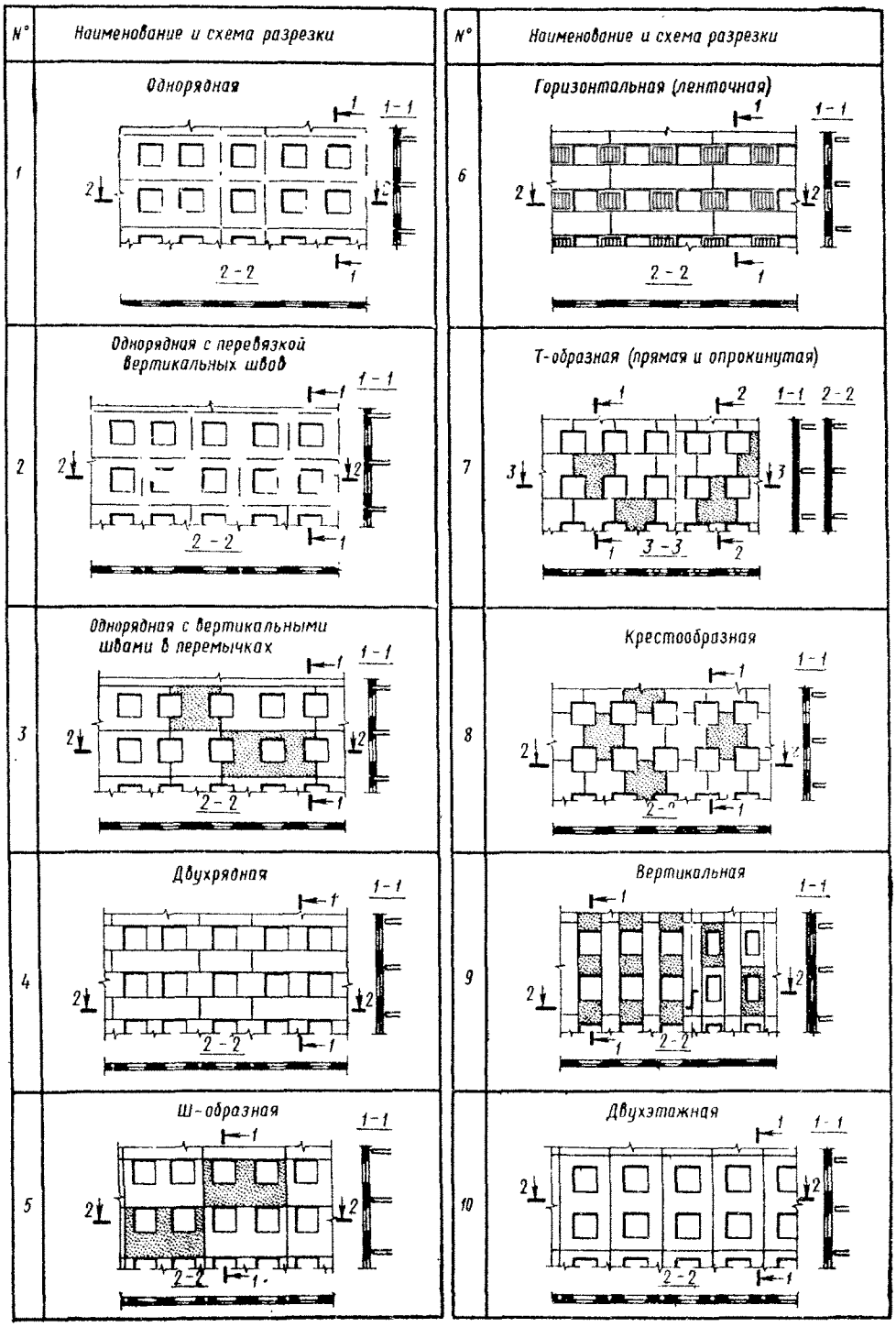


Рис. XVII.2. Возможные схемы разрезки наружных стен на панели

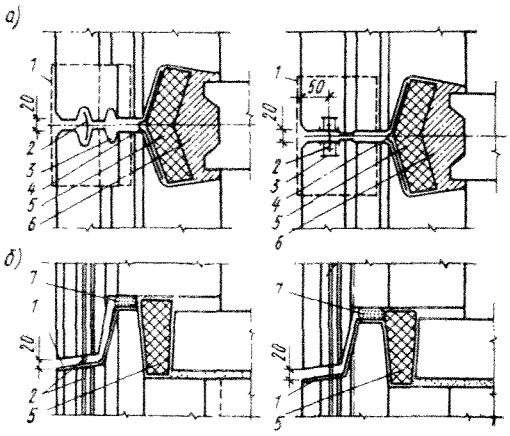


Рис. XVII.3. Конструкция «открытого» стыка панелей наружных стен:

а – вертикальный стык, *б* – горизонтальный стык; *1* – водоотводящий фартук (на рисунке условно показан пунктиром); *2* – водоотбойная лента; *3* – декомпрессионный канал; *4* – воздухозащитная проклейка, *5* – термовкладыш; *6* – бетон; *7* – упругая прокладка

три типа стыков: закрытые, дренирующие и открытые. Первые два близки между собой: их внешнее устье закрыто шнуровыми прокладками и мастикой; в дренирующей же предусмотрена также полость для стекания просочившейся влаги.

Одним из широко распространенных решений является конструкция так называемого «открытого» вертикального стыка (рис. XVII.3). Для защиты стыка от проникновения влаги в первый паз вводится наиритовая или неопреновая лента, которая может заменяться в процессе эксплуатации зданий. Влага, проникающая на ленту во время косого дождя, стекает по ней и отводится поэтажно на поверхность стены. С внутренней стороны панели имеется полость, в которую устанавливают утепляющий пакет и производят замоноличивание стыка бетоном. В последние годы получила применение конструкция стыка с заполнением внутренней полости вспенивающимся утеплителем типа фенольно-резольного пенопласта ФРП.

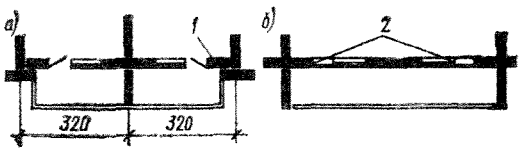


Рис. XVII.4. Конструктивные меры защиты стыков от проникания дождевых вод:

1 – стык панелей внахлестку; *2* – стык панелей в лоджии в пределах дверного проема

В комплексе вопросов, связанных с повышением надежности герметизации стыков — важнейшей проблемы полносборного домостроения, — отмечается новое направление решений стыков наружных стен. Речь идет об изменении самой структуры стены, что позволяет создать конструктивные меры защиты от проникания дождевых вод. Предложены два варианта (рис. XVII.4): решение вертикальных стыков внахлестку и с дополнительной защитой горизонтальных стыков балконными плитами, являющимися в этом случае своего рода защитными козырьками (рис. XVII.4, *а*); размещение вертикальных швов только в пределах стен лоджий, где стыки оказываются практически недоступными для атмосферных вод (рис. XVII.4, *б*).

XVII.2. Наружные стены каркасных зданий

Наружные стены в каркасных зданиях решаются навесными и являются заполнением каркаса. Панельные наружные стены в каркасных многоэтажных зданиях выполняются двух разновидностей: однослойные керамзитобетонные панели толщиной 300...350 мм ленточной разрезки или с разрезкой (размером) на высоту этажа; многослойные панели с внутренними и наружными слоями из железобетона и эффективным утеплителем в виде плит пенополистирола, пеностекла и др., главным образом размером на высоту этажа.

Приемы членений и привязок наружных ограждений каркасных зданий обеспечивают необходимую пластичность стен и разнообразие объемно-планировочных решений — органи-

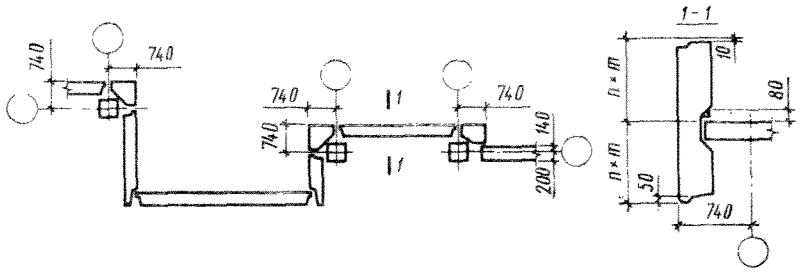


Рис. XVII.5. Принципы образования отдельных фрагментов фасада

зацию западов, сдвигов, поворотов, смещений, перепадов по высоте (рис. XVII.5). Панели «огибают» сложные конфигурации каркасного здания в плане, в том числе внутренние и наружные углы. Эти принципы иллюстрируются примером стен горизонтальной двухрядной (ленточной) разрезки, включающей ленточные, простеночные, угловые панели, панели для уступов фасадов, подоконные вставки, а также панели для лоджий, цоколей и фризов (рис. XVII.6).

Панели наружных стен опираются на специальные элементы перекрытия — фасадные распорки или фасадные ригели — и крепятся к железобетонному каркасу с помощью монтажных сварных соединений. В отдельных случаях предусматривается использование стальных фахверков.

Принятые номенклатура изделий, конструктивные решения панелей и узлов их соединения ориентированы на устройство наружных ограждающих конструкций для высот этажей до 4,8 м. Для более высоких этажей и для уникальных зданий разрабатываются индивидуальные решения наружных панелей, как правило, с усложненными формами и рельефом.

Конструкции панельных наружных стен производственных зданий приведены на рис. XVII.7.

Для придания архитектурной выразительности используют различные облицовки панелей, в частности керамической плиткой, стеклянной плиткой—«ириской» или различными присыпками — гранитной или мраморной крошкой, эрклезом и т. д.

Для особо крупных и ответственных в архитектурном отношении гражданских зданий применяют панели с облицовкой естественными материалами. Надежное крепление каменной облицовки толщиной более 20 мм обеспечивается кроме ее непосредственного сцепления с бетоном анкерами из нержавеющей стали.

Для уникальных гражданских зданий нашли применение также железобетонные панели небольшой толщины со вскрытой фактурой из гранитной крошки, впервые примененные на здании Центра международной торговли в Москве. Панели, изготовленные из высокопрочного бетона (класс В30), имеют четкие геометрические

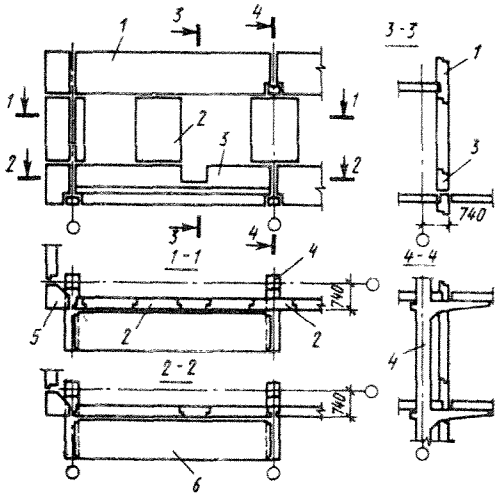


Рис. XVII.6. Фрагмент фасада каркасного здания с панелями горизонтальной полосовой разрезки:

1 — ленточная панель; *2* — простеночная панель; *3* — подоконная (балконная) ленточная панель; *4* — колонна с консолью; *5* — угловая панель; *6* — плита балкона

грани, обладают высокой морозостойкостью, имеют выразительный внешний вид, крепятся к элементам фахверка. Утепление таких панелей производится на стройке путем нанесения слоя пенополиуретана с устройством пароизоляции специальными синтетическими мастиками.

В ряде случаев применяют конструкции наружных стен, в которых панели выполняют только теплоизолирующие функции, а декоративные решаются с помощью дополнительной конструкции — «рубашки», выполняемой из различных материалов, например закаленного цветного стекла — стемалита в алюминиевой обвязке, навешиваемой на панели наружных ограждений (рис. XVII.8). Такая конструкция трудоемка, что вызывается кустарностью ее выполнения — сборкой наружной декоративной части стены из отдельных мелких элементов непосредственно на стройке. Кроме того, такая конструкция наружных стен по своему существу нетектонична, и ее применение может оправдываться только отсутствием эффективных и экономичных легких панелей.

Наружные ненесущие стены каркасных домов могут выполняться также из кирпича — в виде заполнения каркаса, что создает дополнительные возможности для придания архитектурной выразительности многоэтажным зданиям. Кирпичная кладка опирается в каждом этаже на ригели или на настилы — распорки перекрытий. Наличие в унифицированном каркасе колонн с консолями и ригелей с консольными свесами создает условия, при которых достаточно просто выполняются лоджии или эркеры, т. е. создаются возможности разнообразных пластических композиций фасадов. При таком использовании кирпича уместно отметить, что возведение

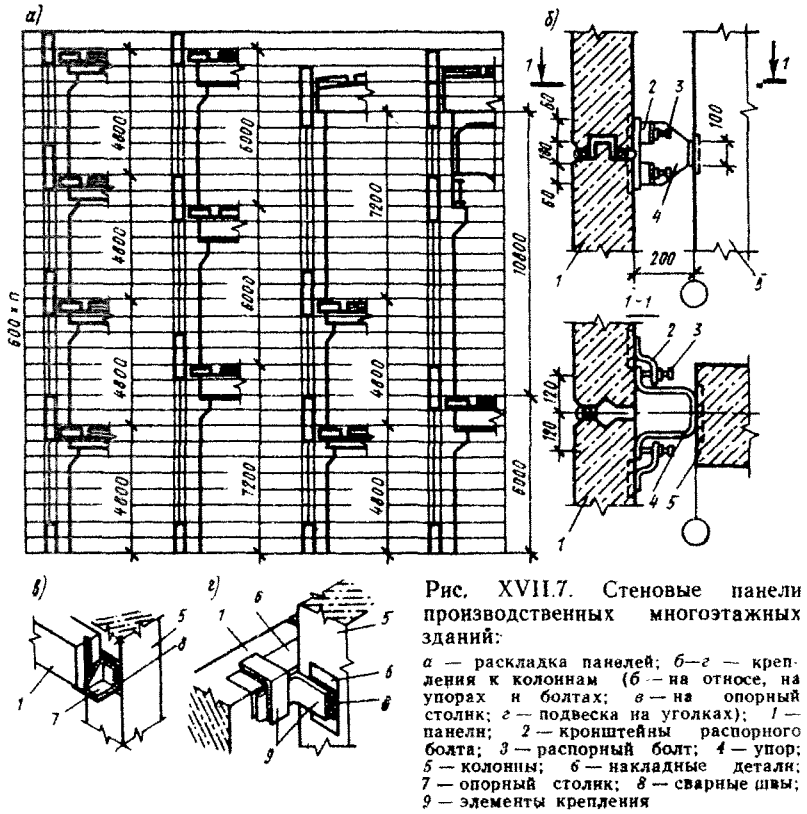


Рис. XVII.7. Стеновые панели производственных многоэтажных зданий:

а — раскладка панелей; *б—г* — крепления к колоннам (*б* — на относе, на упорах и болтах; *в* — на опорный столик; *г* — подвеска на уголках); *1* — панели; *2* — кронштейны распорного болта; *3* — распорный болт; *4* — упор; *5* — колонны; *6* — накладные детали; *7* — опорный столик; *8* — сварные швы; *9* — элементы крепления

зданий каркасной конструкции значительно проще и менее трудоемко, чем домов с несущими кирпичными стенами, в которых с ростом этажности резко увеличивается толщина несущих стен и соответственно усложняется их выполнение.

Новая архитектура общественных многоэтажных зданий, для которой характерны развитые остекленные плоскости фасадов, требует применения материалов, отличающихся долговечностью и высокими декоративными качествами. Этим требованиям в полной мере отвечают ограждающие конструкции, выполненные с применением алюминиевых сплавов. Алюминиевые конструкции в течение длительного времени сохраняют хороший внешний вид без значительных затрат на эксплуатацию и восстановление. Применение их позволяет создавать многообразные архитектурные решения, добиваться выразительного внешнего оформления здания. Широкое применение получили в каркасном строительстве ограждения в виде легких навесных стеклопанелей. В перспективе могут найти применение асбестоцементные панели с заполнителем из пластических масс (пенопласта).

Стыки между алюминиевыми панелями выполняются с применением герметиков. На основе опыта проектирования ограждений из алюминиевых сплавов в последнее время разработана номенклатура профилей, отвечающих специфическим требованиям, предъявляемым к конструкциям ограждений.

В последние годы получают широкое применение легкие металлические ограждающие конструкции (рис. XVII.9). Новые конструкции легких ограждающих панелей позволяют, как показывает практика, резко сократить вес зданий, повысить производительность труда на стройке, улучшить качество строительства. Исследования показывают, что, несмотря на некоторое удорожание стоимости самих панелей по отношению к другим

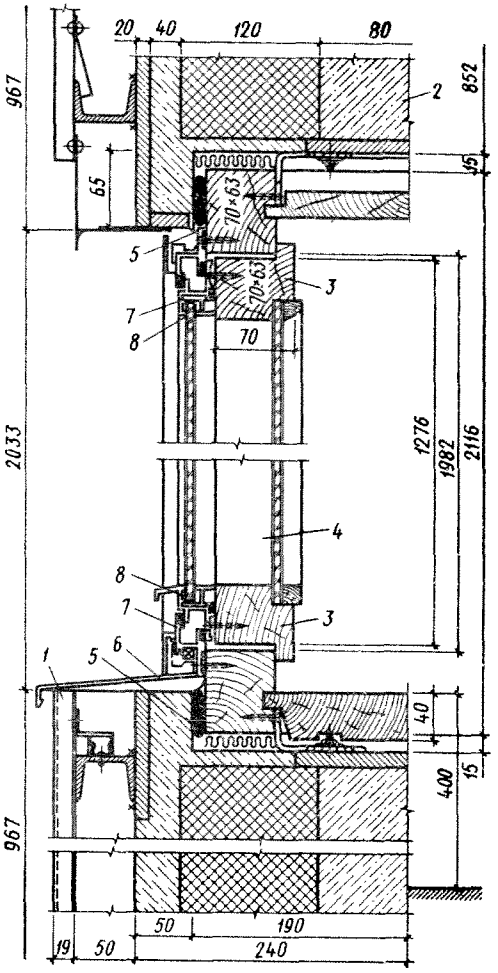


Рис. XVII.8. Конструкция стены из трехслойных железобетонных панелей с облицовкой алюминиевыми листами:

1 — облицовка из волнистого алюминия; *2* — панель с эффективным утеплителем; *3* — внутренняя часть деревоалюминиевого переплета; *4* — деревоалюминиевый переплет; *5* — герметик; *6* — оконный слив из алюминия; *7* — штапик; *8* — резиновый уплотнитель

индустриальным решениям наружных стен, общая стоимость строительства при их применении уменьшается на 8...10%.

В качестве металлической обшивки легких панелей применяют листы из алюминиевых сплавов или стальные листы.

Материалами среднего утепляющего слоя в большинстве случаев в нашей стране и за рубежом служит пе-

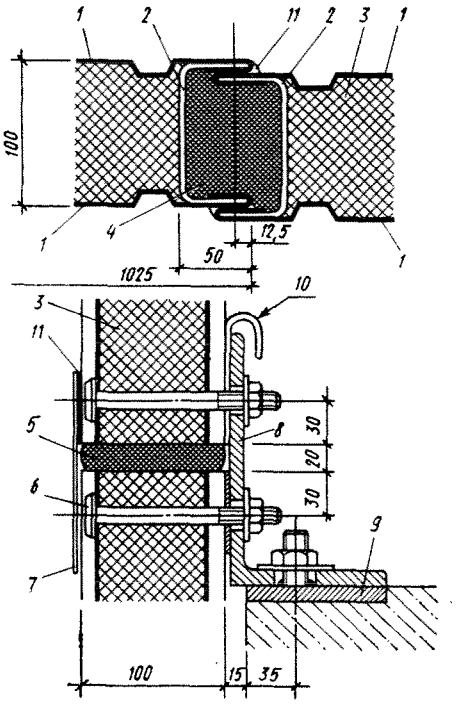


Рис. XVII.9. Легкие алюминиевые панели:

1 — алюминиевый гофрированный лист; *2* — обрамление панели в виде швеллера из поливинилхлорида; *3* — утеплитель из вспененного ФРП-1; *4* — заполнение стыка на монтаже вспенивающимся ФРП; *5* — гернит; *6* — болт из стеклопластика или стальной оцинкованный; *7* — алюминиевый фартук; *8* — стальной уголок; *9* — закладная деталь в железобетонном перекрытии; *10* — крюк для подвески панели; *11* — тиоколовая мастика

нополиуретан, обладающий рядом положительных качеств: хорошие прочностные показатели, малая плотность, низкое водопоглощение, технологичность, но пониженная огнестойкость, а также фенолоформальдегидный пенопласт ФРП-1, имеющий высокие теплотехнические качества и достаточную ударную прочность. Панели с двух сторон облицованы гофрированным алюминиевым листом толщиной 0,8 м из алюминиевого сплава АМ-2М. С одной стороны листы окрашены эмалевой краской. Торцы панелей открытые, поверхность утеплителя на заводе покрывается слоем клея марки 88П. Панели имеют длину 7,2 м, ширину 1025 мм и толщину 100 и 120 мм. С двух продольных сторон панели имеют бортовые элементы в виде швеллеров, которые изготовляют на специальном оборудовании из поливинилхлорида. Панели длиной 7,2 м практически могут быть разрезаны на элементы любой длины.

Алюминиевые листы для придания панели большей жесткости соединяются с отбортовками при помощи заклепок, устанавливаемых с шагом 300 мм. Для панелей разработаны узлы сопряжений и навески панели на каркас здания или на фахверк.

При устройстве стыков наружных панелей используют различные полимерные материалы: герметизирующие пластики, уплотнительные прокладки, воздухонепроницаемые ленты, пористые теплоизоляционные материалы.

XVIII Глава. Конструктивные элементы многоэтажных зданий

XVIII.1. Балконы, лоджии, эркеры, элементы покрытий

Балконы, лоджии, эркеры являются важным функциональным элементом планировочного решения жилого дома и одновременно активным средством разнообразия и выразительности архитектуры фасадов. Применяемые типы балконов можно подразделить на открытые и с ветрозащитными стенками; лоджий — на встроенные, выносные (рис. XVIII.1).

Балконы в кирпичных, блочных и в ряде случаев в панельных зданиях выполняют из специальных сборных железобетонных консольных плит, защемленных в конструкции наружной стены (рис. XVIII.2).

Форма балконной плиты может быть произвольной и диктуется общим замыслом архитектуры фасада.

Вынос плиты балкона, как правило, не превышает 1500 мм и не должен быть менее 700 мм.

В крупнопанельных жилых домах балконы часто устраивают в виде консольного свеса плиты перекрытия. Защита от промерзания плиты перекрытия обеспечивается созданием так называемого «температурного разъема» в виде включений утеплителя, «прорезающего» плиту на участке наружной стены. Возможным решением конструкции балкона является опирание балконной плиты на специальные железобетонные консоли, выпущенные из наружной стеновой панели, или на бетонные «щеки», закрепленные в стене.

Традиционная конструкция приставных лоджий может, как показывают расчеты, применяться в зданиях высотой до 12...14 этажей. При большей этажности развитие температурных деформаций приставной лоджии в вертикальном направлении будет приводить к большим взаимным смещениям лоджии по отношению к зданию и, следовательно, к расстройству связей, соединений гидроизоляционного ковра и т. п.

Для зданий большей этажности наиболее рационально устройство навесных лоджий. Устройство лоджий, «утопленных» в пределах плана здания, усложняет конструкции панельного дома, приводит к значительному росту количества типоразмеров панелей наружных стен и перекрытий. Именно поэтому более рационально устройство выносных лоджий.

Плита балконов и лоджий по наружному периметру должна иметь капельник. Ограждение балконов и лоджий выполняется в виде металлической решетки, стойки которой заделывают в гнездах балконной плиты, а поручень крепят к стене, и экранов. Экраны могут быть металлические (из анодированного или окрашенного алюминия), стеклопластика, асбестоцементных листов, армированного стекла. Ограждение из алюминия применяется как в виде штампованных, в том числе рельефных листов, так и профилированных реек. Часто современные архитектурные решения

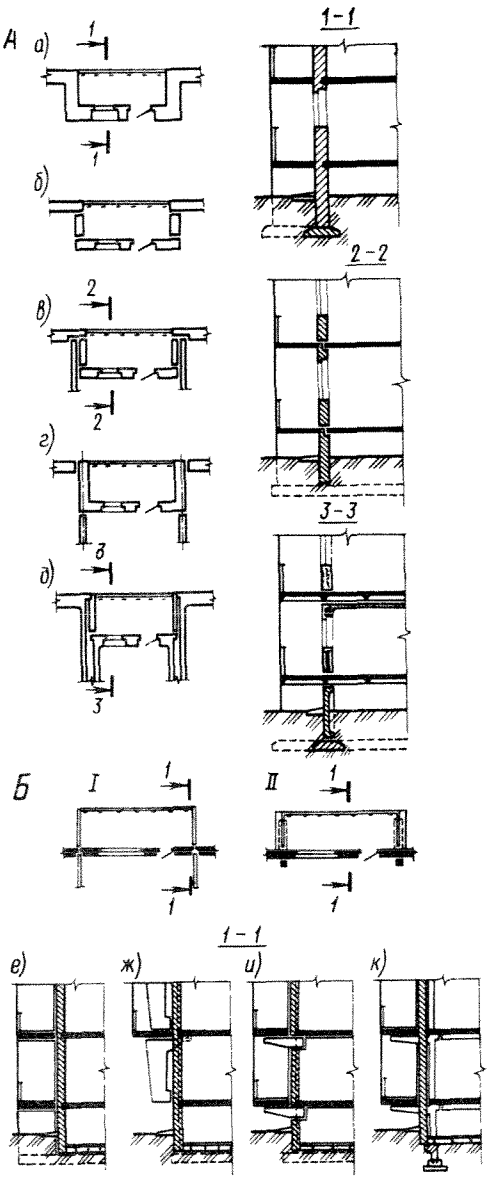


Рис. XVIII.1. Встроенные и выносные лоджии:
А. Встроенные лоджии в домах: *а* — с кирпичными стенами; *б* — с панельными продольными несущими стенами; *в* — то же, с поперечными несущими стенами; *г* — то же, с объемным элементом лоджии; *д* — с объемно-блочными конструкциями
Б. Выносные лоджии в домах: *I* — панельных; *II* — каркасно-панельных домах; *е* — с несущими стенами лоджий; *ж* — с навесными стенами лоджий; *и* — на консолях внутренних несущих стен; *к* — на консолях колонн каркаса

предусматривают ограждения балконов и лоджий из рельефного тонкостенного железобетона или армоцементных плит.

Ограждение (экран) может быть расположено перед кромкой балконной плиты и опущено ниже ее потолочной поверхности либо приподнято над полом. В кирпичных домах ограждение часто выполняют в виде кладки из лицевого кирпича толщиной в полкирпича.

Полы на балконах и лоджиях выполняют из керамической плитки (которая часто укладывается в заводских условиях), цементными с железненными поверхностями и покрытием водостойкими синтетическими смолами (например, эпоксидными, полиэфирными), асфальтовыми.

Конструкцию эркеров в панельных домах повышенной этажности (рис. XVIII.3 и XVIII.4) выполняют по принципу навесной стены и опирают на консольный вынос плиты перекрытия, повторяющий форму плана эркера (криволинейную, треугольную, прямоугольную). Конструкция стены эркера, как правило, повторяет конструкцию наружных стен здания (рис. XVIII.3). Возможным решением являются легкие металлические наружные стены эркера с эффективным утеплителем, выполненные по типу витража. Нижнее и верхнее перекрытия эркеров выполняют утепленными.

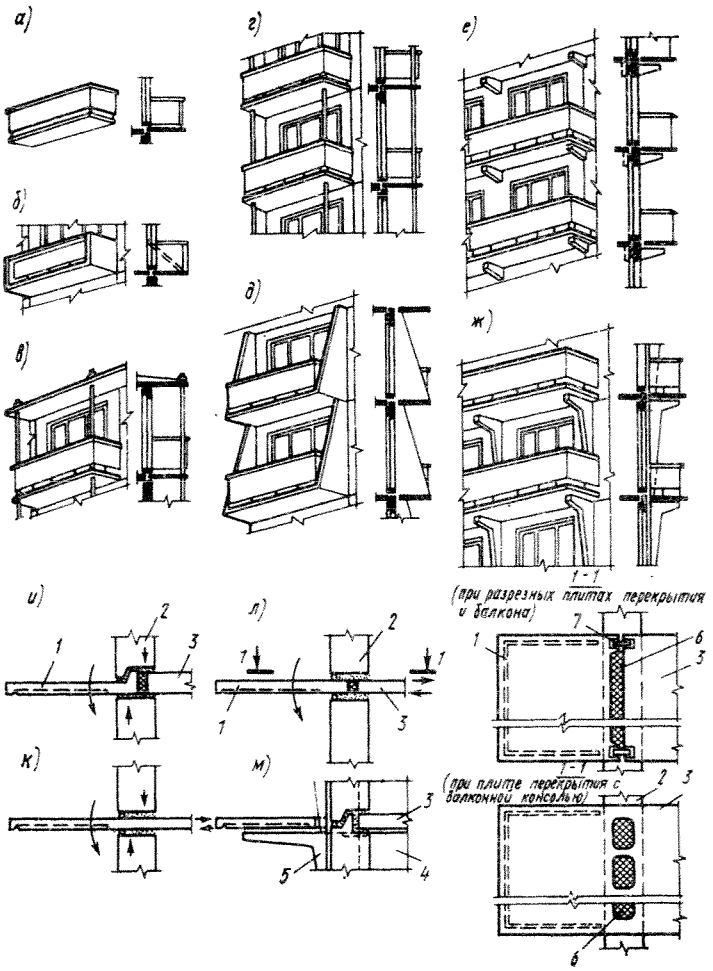


Рис. XVIII.2. Примеры конструктивных решений балконов:

а — с консольной балконной плитой; *б* — с подвеской к внутренней поперечной стене; *в* — с подвеской к карнизной плите; *г* — с опиранием балконной плиты на стойки; *д* — в виде навесных объемных элементов; *е* — с опиранием плиты на консольные балки; *ж* — то же, на кронштейны; *и—м* — схемы передачи изгибающего момента и вертикальных усилий от балконной плиты на конструкции (*и* — наружной несущей стены; *к* — легкобетонной панели перекрытия и наружной стены; *л* — перекрытия из тяжелого бетона; *м* — приставной опоры): *1* — балконная плита; *2* — наружная стена; *3* — перекрытие; *4* — внутренняя стена; *5* — Г-образный кронштейн; *6* — утеплитель; *7* — стальная накладка

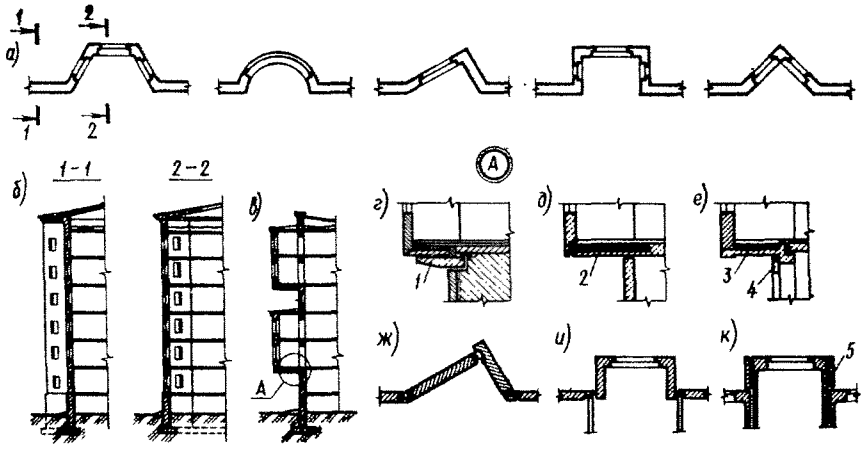


Рис. XVIII.3. Конструкции эркеров:

а — формы планов эркеров; *б* — эркер с несущими стенами; *в* — навесной эркер; *г* — навесной эркер в панельном доме, опертый на консоли внутренних стен; *д* — то же, на утепленную консоль перекрытия; *е* — то же, в кирпичном доме, эркер оперт на консольную керамзитобетонную плиту; *ж* — стены эркеров из панелей *и* — то же, из объемного элемента; *к* — устройство эркера в объемно-блочном доме; *1* — железобетонная консоль панели внутренней стены; *2* — консоль перекрытия; *3* — консольная керамзитобетонная плита эркера; *4* — оконная перемычка; *5* — утепляющая панель

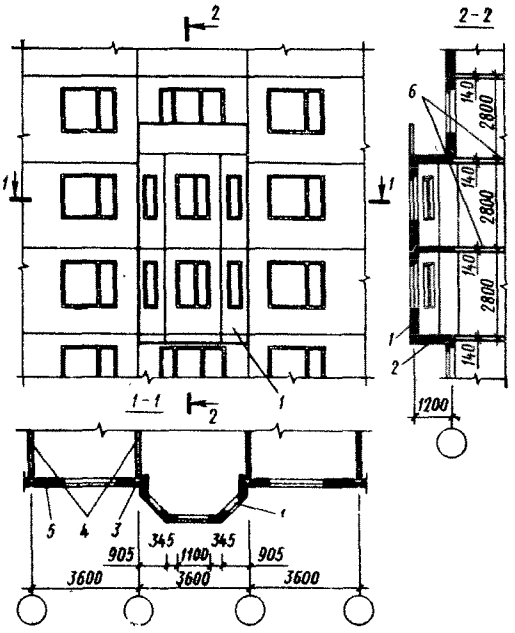


Рис. XVIII.4. Конструкция эркера в новом поколении крупнопанельных жилых домов для Московского строительства:

1 — объемный эркер из керамзитобетона; *2* — днище эркера из керамзитобетона; *3* — крепление эркера к панели внутренней поперечной стены; *4* — несущие железобетонные панели поперечных стен; *5* — наружные стеновые панели; *6* — панели перекрытий

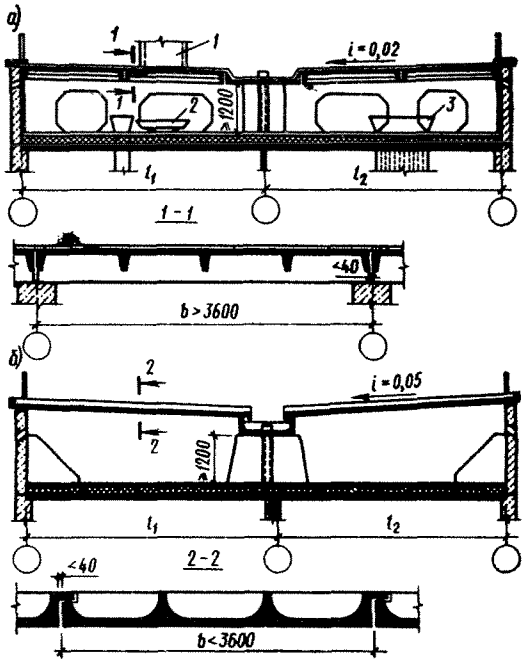


Рис. XVIII.5. Чердачные сборные железобетонные крыши:

а — с рулонным гидроизоляционным ковром; *б* — с безрулонной гидроизоляцией; *1* — вытяжная вентиляционная шахта; *2* — поддон для сбора конденсата; *3* — оголовок вентиляционного блока

В многоэтажных гражданских зданиях высотой до пяти этажей устраивают как скатные, так и пологие крыши с организованным наружным или внутренним отводом воды. В зданиях выше пяти этажей наружные водостоки не применяют. Покрытия таких зданий чаще всего выполняют пологими, с уклонами кровель порядка 2...5%, чердачными и бесчердачными (совмещенными). Бесчердачные (вентилируемые и невентилируемые) покрытия можно выполнить из однослойных плит (из легких или ячеистых бетонов), из многослойных железобетонных плит с эффективным утеплителем, из железобетонных плит, по которым уложены изоляционные слои (см. гл. XIII) и т. п. Кровли — рулонные (3—4-слойный ковер) или мастичные. Энергетически выгоднее применять чердачные покрытия с внутренним отводом воды (рис. XVIII.5). Еще более целесообразно применять так называемый «теплый» чердак, при котором крыша над чердаком утеплена.

XVIII.2. Лестницы, пандусы, строительные элементы подъемно-транспортного оборудования

Лестницы предназначены для обеспечения вертикальной связи помещений, находящихся на разных уровнях, и для использования в качестве аварийных путей эвакуации.

По назначению различают: *основные,* или *главные,* — общего пользования; *вспомогательные* — чердачные, подвальные, запасные служебные, пожарные, аварийные; *входные.*

По расположению в здании лестницы различают: внутренние закрытые — в лестничных клетках; внутренние открытые — в парадных вестибюлях, холлах, а также некоторые виды вспомогательных; внутриквартирные, служащие для связи жилых помещений в пределах одной квартиры при расположении ее в двух-трех уровнях; наружные.

Каждая лестница состоит из наклонных *маршей* и горизонтальных *лестничных площадок, этажных* и *промежуточных* (рис. XVIII.6).

Лестничные марши представляют собой ряд ступеней, опирающихся на наклонные плиты или ребра; соответственно конструкцию маршей называют плитной или ребристой. Ребра — наклонные балки — могут располагаться под ступенями или окаймлять их. В первом случае балки называют *косоурами,* во втором — при врезке ступеней в боковые поверхности балок — *тетивами.* В зависимости от количества косоуров марши называют одно- или двухкосоурными; соответственно формы их поперечных сечений Т- или П-образные. Форма сечения с тетивами Н-образная.

По материалам лестницы различают: деревянные, бетонные, железобетонные, из естественных камней, металлические. Из дерева выполняют лестницы внутриквартирные, малоэтажного жилищного строительства и т. п.; из металла — аварийные, технологические, пожарные; из бетонных материалов — все основные лестницы гражданских и производственных зданий.

По способам изготовления различают сборные и монолитные лестницы. Сборные могут быть крупно- и мелкоэлементными (из отдельных ступеней, балок и плит) (рис. XVIII.7).

Ступени подразделяются на *рядовые* и *фризовые,* примыкающие к площадкам. Геометрическая форма фризовых отличается от рядовых, различают верхнюю и нижнюю фризовые ступени.

Горизонтальная плоскость ступеней называется *проступь,* вертикальная — *подступенок.* Вертикальная плоскость сверху заканчивается валиком, выступающим от этой плоскости на 20...30 мм, или выполняется наклонной с образованием того же выступа для удобства ходьбы. Высота ступени $A = 135...200$ мм, ширина не менее 250 мм. Их соотношение $(A : B)$ определяет *уклон марша.*

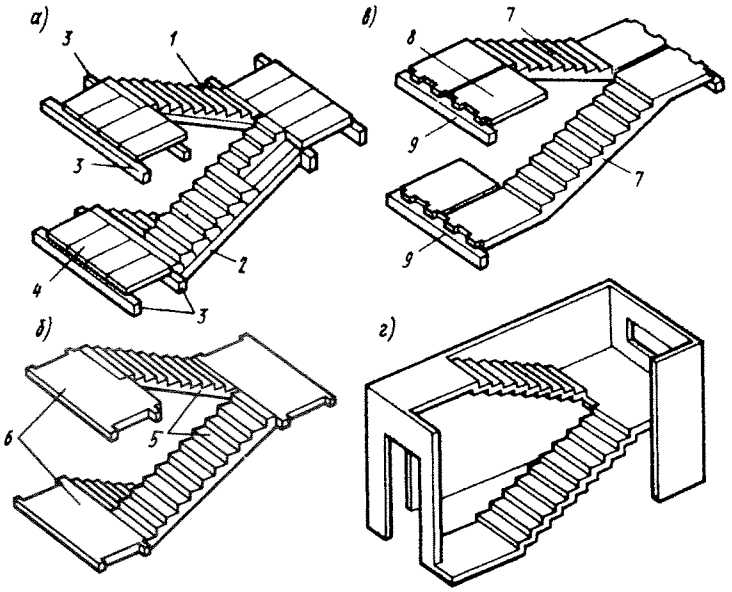


Рис. XVIII.6. Сборные железобетонные лестницы:

а — мелкоэлементная железобетонная лестница на косоурах; *б* — крупноэлементная лестница из отдельных площадок и маршей; *в* — то же, с маршами, совмещенными с полуплощадками; *г* — то же, с маршами в объемном блоке лестничной клетки; *1* — ступени; *2* — косоуры; *3* — балки; *4* — плиты; *5* — марши; *6* — площадки; *7* — марш с полуплощадкой; *8* — дополнительная плита полуплощадки; *9* — ригель

Размеры ступеней устанавливают исходя из средней величины шага человека при ходьбе по горизонтали (600 мм) по эмпирической формуле: $2A+B=570\ldots640$ мм. Этому условию соответствуют стандартные уклоны лестницы: 1 : 2; 1 : 1,5; 1 : 1,75; 1 : 1,25. В зависимости от назначения лестниц величина уклонов нормирована. Наибольшее распространение для основных лестниц получили ступени с размерами 150×300 мм (уклон 1 : 2).

Шириной марша называют расстояние от стены до ограждения (перил) лестницы или расстояние между двумя ограждениями. Ширина марша должна обеспечивать расчетную пропускную способность лестниц при эвакуации людей. Ширина лестничной площадки принимается равной или большей ширины марша.

По количеству маршей в пределах одного этажа лестницы подразделяют на одномаршевые, двухмаршевые, трехмаршевые, четырехмаршевые. Применяются также лестницы с перекрещивающимися маршами, с забеж-

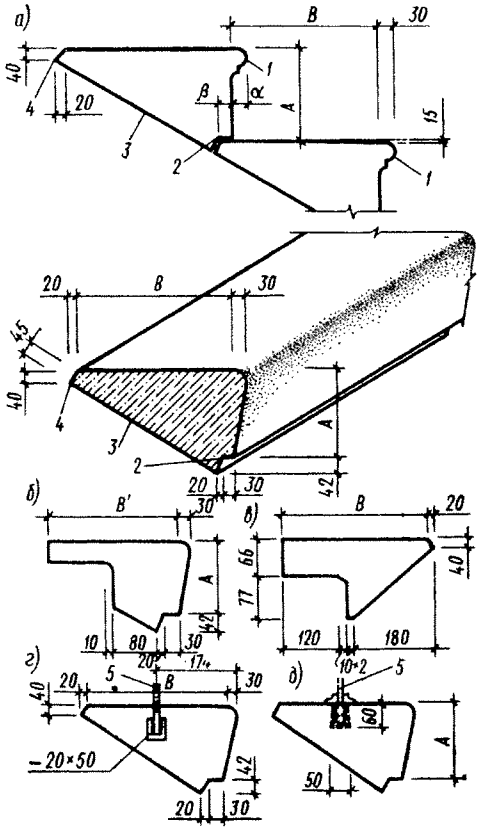


Рис. XVIII.7. Конструкция ступеней мелкоэлементных лестниц:

а — рядовые ступени; *б* — верхняя фризовая ступень; *в* — нижняя фризовая ступень; *г* — крепление стойки ограждения к боковой плоскости; *д* — крепление стойки ограждения к верхней плоскости ступени; *1* — валик; *2* — хвост; *3* — постель; *4* — замок; *5* — стойка ограждения

ными ступенями, винтовые, криволинейные, комбинированные.

Конструктивные решения лестниц. Мелкоэлементные лестницы собирают из отдельных, относительно мелких элементов — косоуров, подкосоурных площадочных балок, ступеней и плоских плит для площадок. Несущие элементы такой лестницы: подкосоурные балки, заделываемые в стены; косоуры, опирающиеся на подкосоурные балки; отдельные ступени, укладываемые на косоуры или врезаемые в тетивы, начиная с нижней фризовой и кончая верхней фризовой, располагаемые в уровнях площадок.

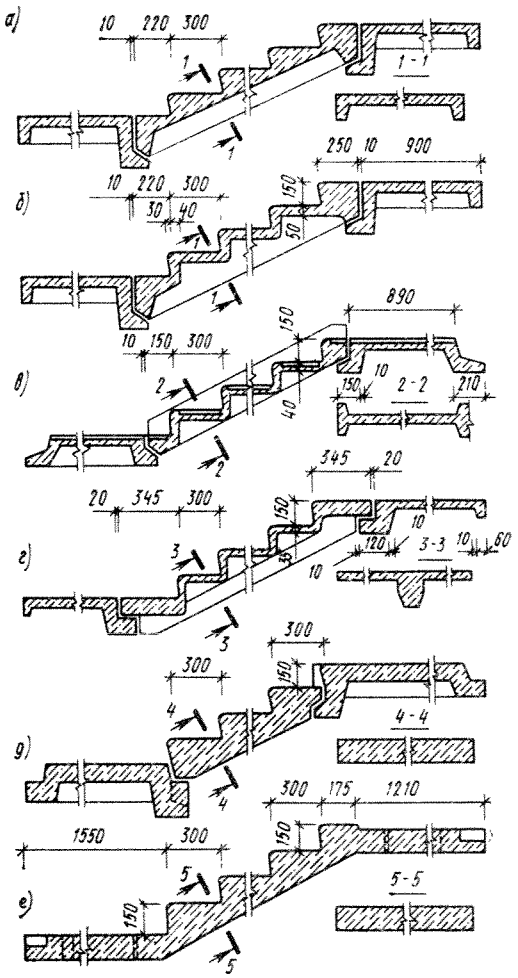


Рис. XVIII.8. Конструктивные решения железобетонных полносборных лестниц:

а — с П-образными ребристыми маршами; *б — с* П-образными складчатыми маршами; *в — с* Н-образными складчатыми маршами; *г — с* Т-образными складчатыми маршами; *д — марши* плитной конструкции; *е — марши* плитной конструкции, совмещенные с полуплощадками (*Z*-образной формы)

Различают два вида конструктивного решения крупноэлементных лестниц. По первому — для устройства двухмаршевой лестницы необходимы четыре типа сборных элементов: два марша и две лестничные площадки (этажная и промежуточная). Лестничные марши применяют плитной или ребристой конструкции. Плитные марши бывают с фризовыми ступенями и без них; ребристые — со ступенями в форме складок, Н-, П- и Т-образного профиля в поперечном сечении; П-образного сечения кесонного типа. Лестничные площадки выполняют в виде крупноразмерных ребристых плит трех разновидностей: с ребрами по контуру плиты; с ребрами, расположенными с двух сторон — параллельно ступеням маршей, и, наконец, с одним ребром со стороны маршей. Во всех конструкциях площадок наиболее нагруженным является переднее ребро, на которое помимо плиты опираются марши, в связи с чем оно делается большей высоты. Несущие ребра лестничных площадок могут опираться на продольные стены лестничных клеток. Опорными элементами являются выступы ребер, выпускаемые на 130 мм в каждую сторону. При монтаже площадки выступы ребер обычно устанавливают в гнездах стен, швы между ними и конструкцией стены заделывают раствором.

По другому решению лестничные марши, совмещенные с полуплощадками, монтируются из однотипных укрупненных *z*-образных элементов, опирающихся на поперечные стены лестничной клетки или на стены жесткости и ригели каркаса. Универсальность и эффективность такого решения достигаются разрезкой лестни-

цы на две одинаковые продольные половины. Каждый элемент включает один лестничный марш и две одинаковые полуплощадки — верхнюю и нижнюю. При монтаже маршей особое внимание должно уделяться обеспечению полного совмещения уровней плоскостей двух смежных полуплощадок, образующих после установки единую площадку с одной общей поверхностью.

Прочность и надежность сопряжений сборных железобетонных конструкций лестниц достигается сваркой закладных деталей, которые располагают в соединяемых элементах соответственно один против другого. Устройство деревянных внутриквартирных лестниц см. гл. X.

Пожарные и аварийные лестницы в общественных и жилых зданиях выносят наружу. Пожарные лестницы на крышу делают прямыми и не доводят до уровня земли на 2,5 м (рис. XVIII.9). Ширина пожарных лестниц принимается не менее 0,6 м. Тетивы пожарных лестниц изготовляют из уголков, швеллеров или полосовой стали, ступени — из круглой стали $d=16...18$ мм с интервалом 250... 300 мм на сварных швах. Аварийные лестницы конструктивно аналогичны пожарным, но к ним предъявляют дополнительные требования: уклон лестниц должен быть не более 45°, ширина аварийных лестниц принимается не менее 0,7 м. На каждом этаже предусматриваются специальные площадки.

Лестницы-стремянки (служебные) для попадания с верхней площадки лестничной клетки на чердак или на совмещенную крышу выполняются из профилированного металла (тетивы) и стержней $d=16$ мм (ступени). Лестницы-стремянки могут быть откидного или стационарного типа. Ширина таких лестниц принимается 0,6 м.

Ограждение лестничных маршей и лестничных площадок основных лестниц в зданиях всех типов делают высотой 0,9...0,95 м из металла и крепят их либо со стороны боковой

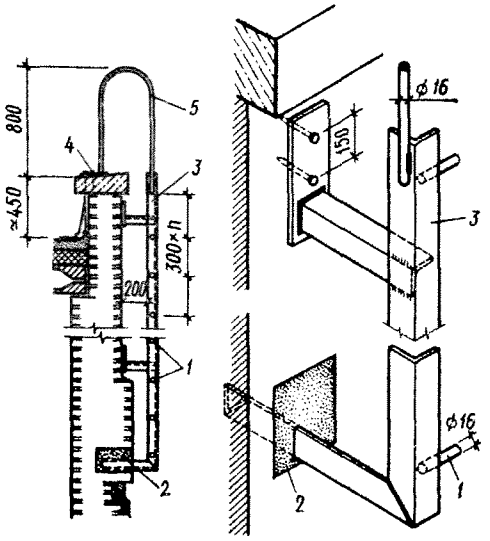


Рис. XVIII.9. Устройство пожарных и аварийных лестниц, детали их крепления:
1 — ступени; *2* — гнездо в кирпичной кладке; *3* — тетива; *4* — крепление поручня дюбелями; *5* — поручень

плоскости марша (или площадки), или со стороны проступи. Ограждения закрепляют в специальных гнездах, которые затем зачеканивают цементным раствором или свинцом. По верху ограждения проходит поручень из твердых пород дерева (дуб, бук) или из пластмассы (рис. XVIII.10).

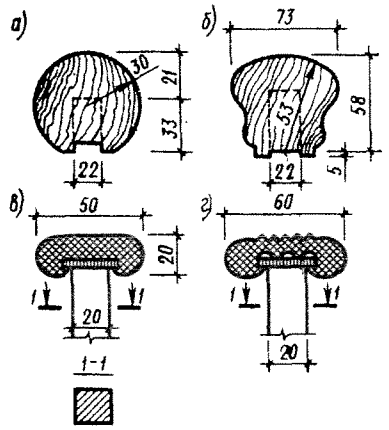


Рис. XVIII.10. Решение поручней лестничных ограждений:
а, б — деревянные поручни; *в, г* — пластиковые поручни

Пандусы. Для связи между различными уровнями и этажами в общественных и промышленных зданиях наряду с лестницами используют пандусы — плоские наклонные конструкции без ступеней. Пандусам придают уклон от 5 до 12° ($^1/_{12}$...$^1/_5$). При бо́льших уклонах пользоваться пандусом трудно из-за скольжения. Пандусы с малым уклоном вызывают большие потери полезной площади здания.

Пандусы могут быть одно- и двухмаршевые, прямо- и криволинейные в плане (рис. XVIII.11). Одномаршевые прямолинейные пандусы образуются

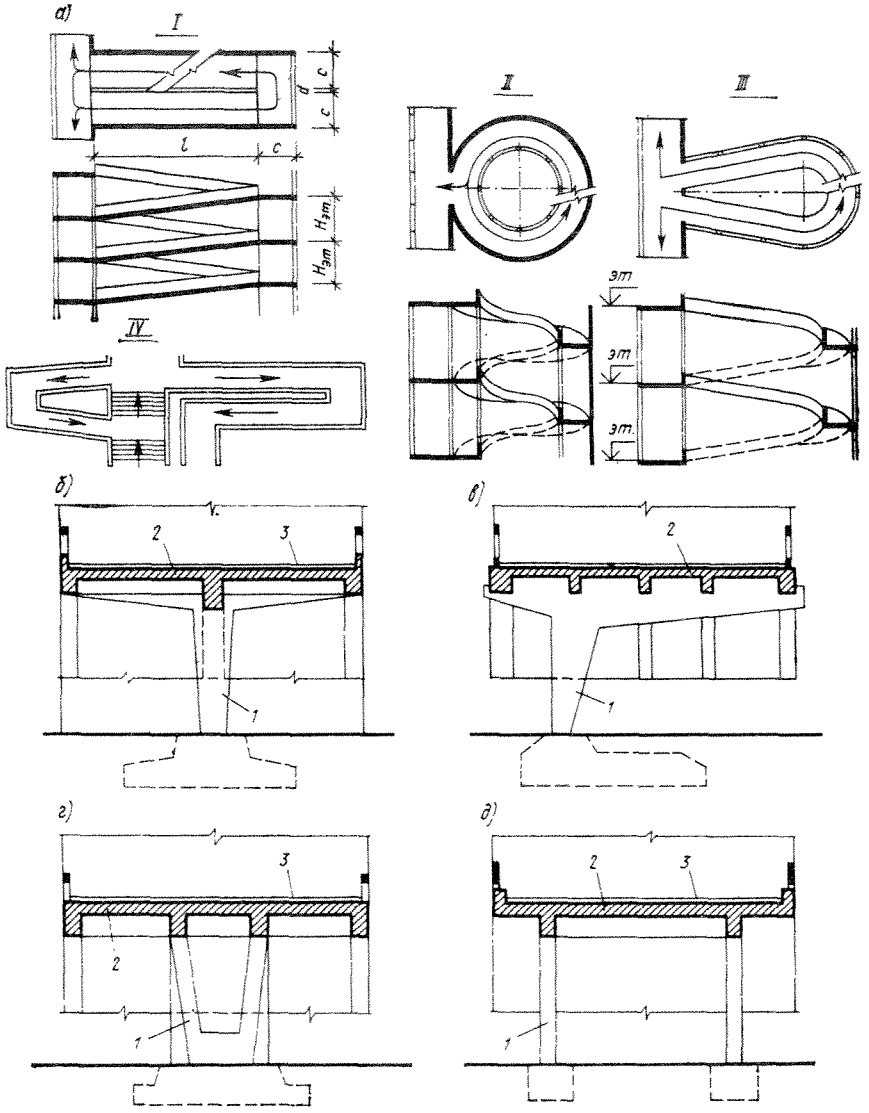


Рис. XVIII.11. Пандусы:

а — схемы устройства пандусов (*I* — двухмаршевый пандус с прямым переходом; *II* — винтовой пандус; *III* — двухмаршевый с винтовым переходом; *IV* — комбинированный пандус с использованием лестницы); *б* — конструкция пандуса с одной средней опорой; *в* — то же, с одной консольной опорой; *г* — то же, с У-образной опорой; *д* — то же, с двумя симметричными опорами; *1* — опора; *2* — наклонная несущая плита; *3* — поверхность чистого пола

наклонными площадками, конструктивно связанными с междуэтажными перекрытиями и состоящими из тех же элементов (несущие балки, ребра жесткости, настилы). Отдельно стоящие пандусы устриваются на собственных опорах. Чистый пол пандусов должен иметь нескользкую поверхность (асфальтовый, цементный, из релина, мастичный и др.).

Лифты и эскалаторы. Лифты и эскалаторы относятся к механическим устройствам для организации сообщения между этажами. В настоящее время наибольшее распространение получили лифты периодического (прерывистого) действия.

Лифты, применяемые в многоэтажных зданиях, состоят из кабины, подвешенной на нескольких стальных канатах, перекинутых через шкив подъемной лебедки, находящейся в машинном помещении, и противовеса, который уравновешивает вес кабины с грузом (рис. XVIII.12). Кабина и противовес перемещаются по специальным направляющим, которые устанавливаются с большой точностью на всю высоту шахты лифта. В зависимости от функциональных или технологических требований в зданиях используют кабины непроходные с одним входом в лифт или кабины проходные с расположением двух входов с противоположных сторон шахты лифта. В нижней части шахты должен быть устроен приямок глубиной не менее 1,3 м. Машинное помещение лифта может находиться над шахтой (верхнее расположение) или под ней (нижнее расположение). В последнем случае в верхней части лифтовой шахты необходимо устройство помещения для блоков. Высота машинного помещения принимается не менее 2,25 м. В настоящее время в массовом многоэтажном строительстве рекомендуется использовать решения с верхним расположением машинного помещения. Стоимость лифта и эксплуатационные расходы в этом случае значительно сокращаются.

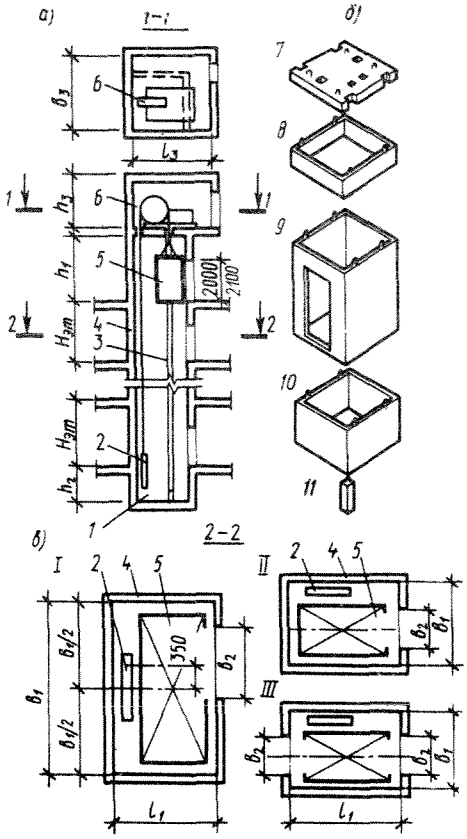


Рис. XVIII.12. Принципиальная схема устройства лифтов:

а — разрез шахты лифта и план машинного помещения; *б* — сборные железобетонные элементы шахты лифта; *в* — планы шахты лифта; *I* — план непроходной шахты с задним расположением противовеса; *II* — план непроходной шахты лифта с боковым расположением противовеса; *III* — план проходной шахты лифта; *1* — приямок; *2* — противовес; *3* — направляющие кабины лифта; *4* — ограждение шахты лифта; *5* — кабина; *6* — машинное помещение лифта; *7* — плита перекрытия шахты; *8* — верхний блок шахты; *9* — поэтажный блок; *10* — нижний блок (приямок); *11* — тумба под буфер кабины

Противовес в шахте лифта располагается сбоку или сзади кабины. Два и более лифтов могут устанавливаться в одной общей шахте.

Важнейшими характеристиками лифтов, влияющих на выбор размеров кабины и их производительность, являются грузоподъемность и скорость. При проектировании лифтов необходимо учитывать: конструкция ограждения лифтовой шахты не должна примыкать непосредственно к

жилым помещениям; нельзя располагать машинное отделение лифтов непосредственно над и под жилыми помещениями, а также смежно с ними.

В настоящее время все лифты, выпускаемые для использования в гражданском и промышленном строительстве, подразделяются на две группы: 1) лифты для жилых зданий; 2) лифты для общественных и промышленных зданий.

Шахты и помещения машинных отделений лифтов должны ограждаться стенами и перекрытиями из несгораемых материалов с пределом огнестойкости не менее 1 ч.

Лифтовые шахты современных зданий состоят из сборных железобетонных элементов — верхних, средних и нижних блоков, образующих жесткую и огнестойкую конструкцию, или из монолитного железобетона толщиной не менее 100 мм. В кирпичных зданиях допускается применение лифтовых шахт из кирпича толщиной не менее 120 мм. Фундаменты под шахту лифта устанавливают в виде массивной железобетонной плиты, отделенной в целях звукоизоляции от примыкающих фундаментов стен или колонн здания зазорами не менее 20 мм.

Устойчивость шахты от действия горизонтальных сил обеспечивается поэтажным креплением на сварке закладных деталей к смежным конструкциям перекрытий, стен или каркаса здания.

Шахтные двери и двери кабин лифтов в жилых и общественных зданиях устраивают раздвижными с автоматическим приводом. В производственных зданиях конструкция дверей кабины и шахты допускается распашная с ручным приводом.

Основные размеры строительных элементов лифта в зависимости от грузоподъемности и расположения противовеса относительно кабины лифта принимаются в соответствии с данными табл. XVIII.1.

В настоящее время получили распространение так называемые наружные лифты подвесной конструкции, которые применяют в жилых домах старой постройки, в общественных зданиях различного назначения. Такие конструкции лифтов, имеющие приоритет разработки и использования в Советском Союзе, получили название «подвесной лифт». В конструкции подвесного лифта применяют только одну консольную опору для всего лифта, расположенную на уровне чердачного перекрытия или совмещенного покры-

Таблица XVIII.1. **Строительные размеры наиболее употребляемых лифтов (по рис. XVIII.12) (ГОСТ 5746—83)**

Назначение лифта	Грузоподъемность, кг	Расположение противовеса относительно кабины	Размеры, мм							
			шахта					машинное помещение		
			b_1	l_1	h_1	h_2	b_2	b_3	l_3	h_3
Для жилых зданий	400	Сзади	1750	1550	3500	1400	800	2800	3000	2450
	630	»	2550	1700	3500	1400	1200	2650	3700	2450
Для общественных зданий	800	»	1800	2000	4000	1500	800	3500	3500	2800
	1000	»	2350	2000	4000	1500	1100	3500	3600	2800
Производственных зданий	1000	Сбоку	1850	2550	4300	2000	800	4000	4700	2800
	1250	Сзади	2600	2000	4200	1700	1100	3800	3800	2800
В том числе для лечебных зданий	1600	Сбоку	2400	3000	4200	1700	1300	4600	5500	2800

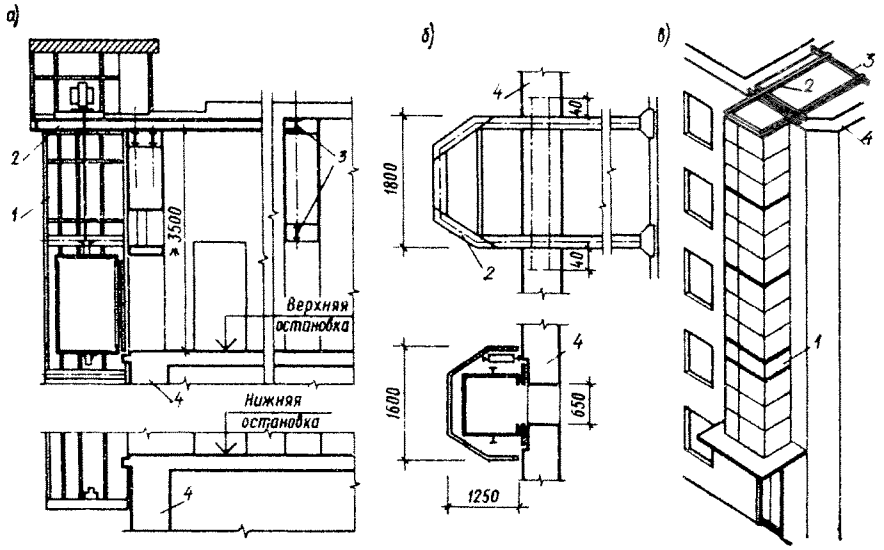


Рис. XVIII.13. Конструкция наружного подвесного лифта:
а — разрез; *б* — план несущей консольной рамы и шахты; *в* — общий вид (вариант устройства лифта над входом в здание); *1* — шахта; *2* — несущая консольная рама; *3* — анкерное закрепление консольной рамы; *4* — наружная стена здания

тия здания. Крепится опора (заанкеривается) к несущим стенам лестничных клеток (рис. XVIII.13).

Машинное помещение подвесного лифта располагается над шахтой. Подвесной облегченный каркас шахты состоит из отдельных объемных элементов, изготовляемых из прокатного металла в заводских условиях. Шахты подвесных лифтов оборудуют двойным остеклением, что позволяет эксплуатировать лифт в зимнее время. Конструкция подвесного лифта позволяет организовать вход в здание под шахтой, не имеющей опоры внизу, что часто является единственно возможным решением при устройстве подъемника у наружной стены здания. Механическое оборудование наружных подвесных лифтов стандартное.

Лифты, применяемые для специальных целей, могут иметь и другие принципы устройства: например, гидравлические наклонные канатные лифты, имеющие угол наклона направляющих к горизонту до 60°.

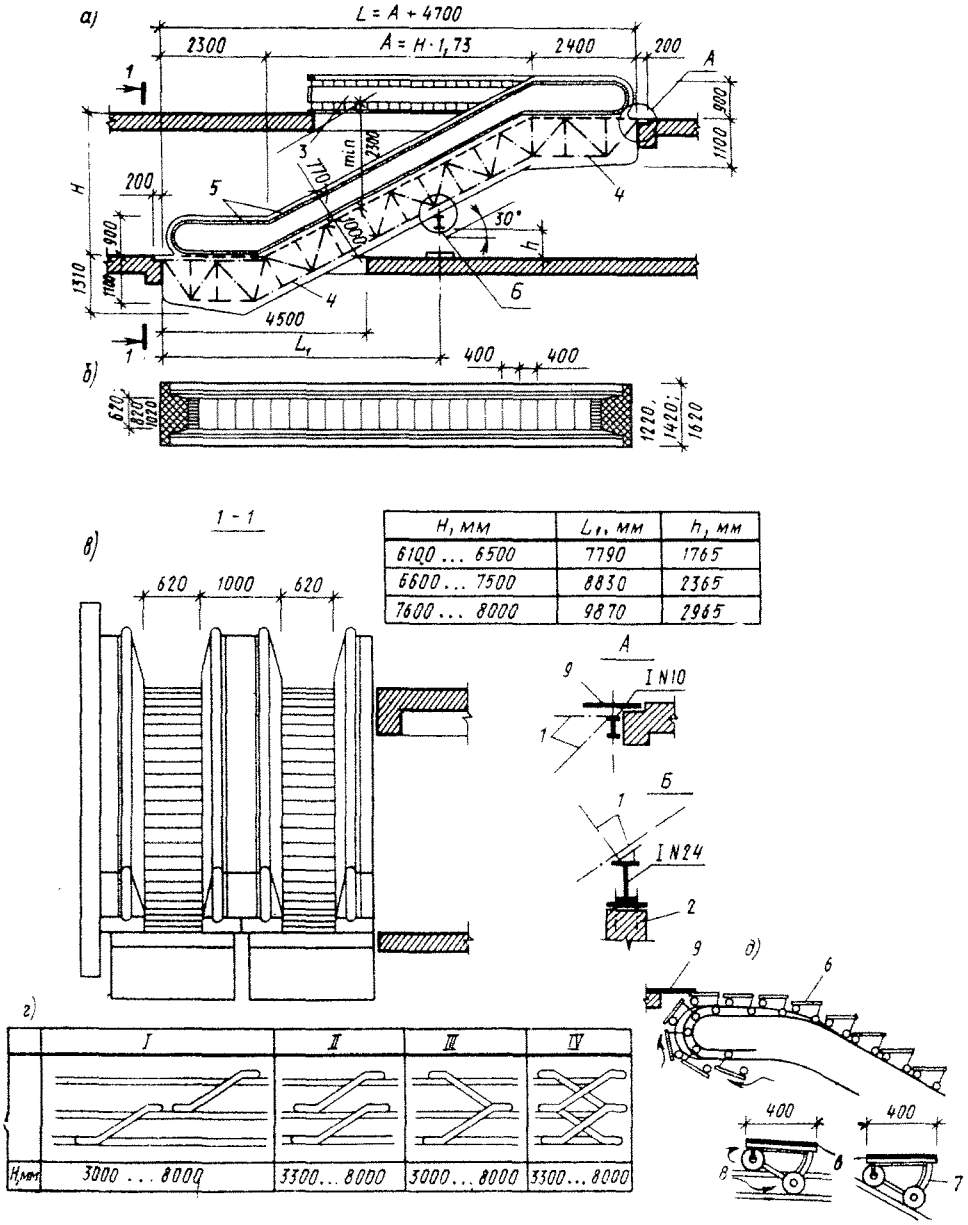
Эскалатором называют движущуюся лестницу, относящуюся к классу подъемных устройств непрерывного действия.

В зданиях часто применяют многомаршевые схемы размещения эскалаторов (рис. XVIII.14). Одномаршевый эскалатор состоит из натянутых цепей-ступеней, опирающихся на несущие наклонные металлические фермы из прокатной стали с опорами в трех точках. При небольших высотах подъема (до 10 м) средняя опора может отсутствовать. В качестве несущей конструкции экскалатора применяется металлическая наклонная ферма (каркас), опирающаяся на несущие элементы междуэтажных перекрытий.

Тяговые цепи и ступени, каждая из которых движется на четырех бегунках, образуют эскалаторное полотно. В эскалаторах обычных конструкций верхняя ветвь полотна является рабочей, а нижняя — холостой. В некоторых специальных конструкциях эскалаторов могут быть рабочими две ветви. Положение полотна во время движения фиксируется направляющими, которые крепятся к наклонной ферме и обеспечивают горизонтальное поло-

жение настилов ступеней на протяжении всего пути их рабочей ветви. В конструкцию эскалатора входят движущиеся поручни, установленные на ограждающие барьеры высотой 900 мм, поддоны, мусоросборники, смазочные устройства.

Наиболее распространенными являются эскалаторы с шириной полотна от 0,6 до 1 м. Угол наклона полотна мо-



H, мм	L_1, мм	h, мм
6100 ... 6500	7790	1765
6600 ... 7500	8830	2365
7600 ... 8000	9870	2965

Рис. XVIII.14. Конструкция эскалаторов:

а — разрез; *б* — план; *в* — размещение двух поэтажных эскалаторов; *г* — схемы поэтажной установки эскалаторов; *I* — последовательная; *II* — параллельная; *III* — возвратная; *IV* — встречная; *д* — конструкция поворота ступеней; *1* — элементы несущей фермы; *2* — опорный столбик; *3* — поэтажное ограждение перекрытия; *4* — несущая ферма; *5* — резиновая лента (поручни) ограждения эскалатора; *6* — ступень; *7* — тележка; *8* — ролики; *9* — стальной лист

жет быть произвольным, но не превышающим 30°, при котором глубина ступени тележки эскалатора равна 400 мм, высота 200 мм.

Для обеспечения пожарной безопасности эскалаторы в зданиях должны дублироваться обычными лестницами, расположенными в огнестойких лестничных клетках.

XIX Глава. Светопрозрачные вертикальные конструкции

XIX.1. Виды ограждений, требования к ним

К светопрозрачным вертикальным ограждениям относят окна, балконные двери, витражи и витрины. Окнами называют застекленные проемы в стенах. Витражи отличаются от окон существенно большей площадью остекления; это может быть и целиком светопрозрачная стена, навесная или самонесущая. Витрина — остекленное место, используемое для экспозиции каких-либо предметов или средств информации, его стеклянное ограждение условно называют также витринами. Основное назначение светопрозрачных ограждений — обеспечить необходимую освещенность помещений, их инсоляцию, а также связать внутреннее пространство зданий с внешней средой. Этим же целям служат балконные двери, конструкции которых в основном аналогичны оконным.

Светопрозрачные ограждения являются одним из важнейших элементов зданий, влияющих на архитектурно-конструктивное решение как их экстерьеров, так и интерьеров, поэтому к светопрозрачным ограждениям предъявляют повышенные эстетические требования. Их конструкции выполняют индустриальными методами и они должны обладать тепло- и звукоизоляцией, водо- и воздухонепроницаемостью и вместе с тем обеспечивать при необходимости естественную вентиляцию помещений. Помимо перечисленного, конструкция светопрозрачных ограждений должна быть проста в монтаже и ремонте и обязательно допускать удобную и безопасную их очистку в процессе эксплуатации.

Размеры светопрозрачных ограждений назначают с учетом обеспечения в проектируемых помещениях нормативной освещенности и требований экономики, которые учитывают следующие особенности этих конструкций.

Светопроемы имеют в три-четыре раза более низкую теплоизоляционную способность, чем стены. В связи с этим излишне большие площади остекления ведут зимой к переохлаждению помещений и значительному увеличению расходов на отопление, а в летне-весенний пориод — к перегреву помещений. Борьба с теплопоступлением от солнечной радиации для большинства районов СССР связана с большими расходами на солнцезащитные устройства, особенно при необходимости установки кондиционеров.

Светопроемы обладают меньшей звукоизоляционной способностью, чем стены, поскольку их масса существенно меньше и они недостаточно герметичны. Герметизация с целью защиты от шума усложняет конструкцию.

Избыточное остекление связано с большими не только эксплуатационными, но и единовременными затратами. Например, устройство 1 м^2 окна стоит в 1,5...1,8 раза дороже такого же участка стены.

В качестве светопропускающих материалов для светопрозрачных ограждений используют силикатные стекла в виде листов (оконное, витринное, тепло- и солнцезащитное и др.) и изделий (стеклопакеты, стеклоблоки, стеклопрофилит). В зависимости от вида креплений стекла в ограждении, его конструкция решается с переплетами или без них (беспереплетная).

XIX.2. *Принципы проектирования светопрозрачных ограждений в переплетах*

Переплет — это каркас (из деревянных брусков, стальных, алюминиевых или пластмассовых профилей, из железобетона или легкого армированного бетона), которым заполняют оконные проемы и к которому осуществляют крепление листовых стекол и стеклопакетов (рис. XIX.1). Переплет должен обладать достаточной прочностью и жесткостью для восприятия механических усилий (масса стекла, ветровые нагрузки, вибрация стекла от движения транспорта, открывание переплета и др.) и не давать перекосов, которые могут разрушить стекло. Сечение переплета, а также толщину стекла определяют расчетом. Обычно переплеты с площадью светопрозрачной поверхности до 1 м^2 остекляют стеклом толщиной 2,5...3 мм, а с площадью более 1 м^2 — стеклом толщиной не менее 4 мм.

Для установки и возможности закрепления стекла в обвязках переплетов предусматривают *фальцы* (рис. XIX.2). Высота и глубина фальца регламентируется размерами стекла. Минимальная высота фальца для листового стекла равна 10 мм, а для стеклопакета — 18 мм. Заглубление стекла в фальц составляет около $^2/_3$ его высоты. Таким образом, между кромками

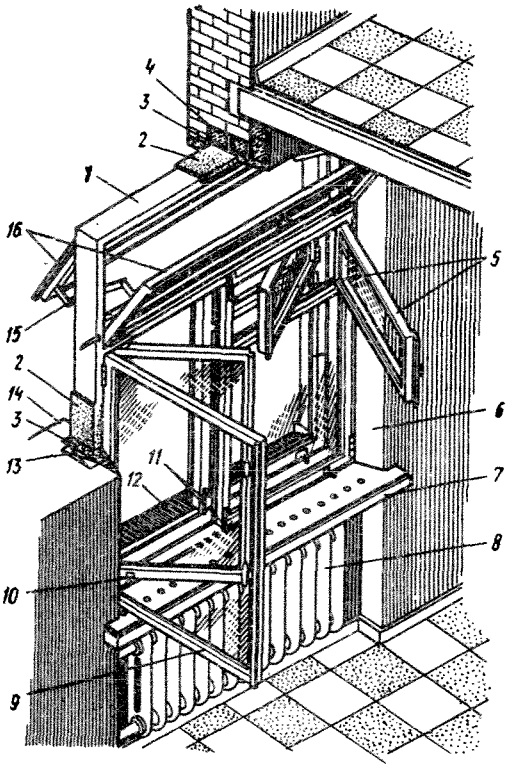


Рис. XIX.1. Заполнение оконного проема:

1 — оконная коробка; *2* — гидроизоляция оконной коробки; *3* — конопатка; *4* — железобетонная перемычка; *5* — форточка; *6* — оконный откос; *7* — подоконная доска; *8* — ниша подоконного отопительного прибора; *9* — створка оконного переплета; *10* — ветроотбоин; *11* — шпингалет; *12* — подоконный наружный слив; *13* — деревянная пробка в стене для крепления коробки; *14* — оконная четверть; *15* — штанга фрамуги; *16* — фрамуга

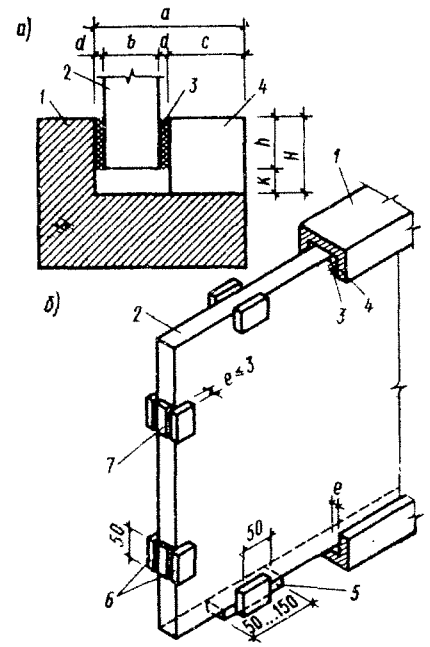


Рис. XIX.2. Установка листового стекла (стеклопакета) в переплет:

а — схема фальца; *б* — схема установки опорных и фиксирующих прокладок на стекле или стеклопакете (*a* — ширина фальца; *b* — толщина стекла или стеклопакета; *c* — ширина прижимного штапика; *d* — толщина выступающей части уплотнителя; *H* — высота фальца; *h* — высота заглубления края стекла или стеклопакета (примерно $2/3H$); *K* — зазор между основанием фальца и края стекла (примерно $1/3H$, но не менее 3 мм); *1* — обвязка переплета; *2* — стекло или стеклопакет; *3* — уплотнитель; *4* — штапик; *5* — опорная прокладка; *6* — фиксирующая боковая прокладка; *7* — фиксирующая торцевая прокладка

стекла и основаниями фальцев образуется зазор в 3...5 мм по всему периметру переплета, который компенсирует температурные деформации металлических, пластмассовых и железобетонных переплетов, а в деревянных — деформации при их разбухании от увлажнения.

В стальных и алюминиевых переплетах, а для стеклопакетов и в деревянных положение стекла площадью более 0,2 м² фиксируется посредством прокладок (из дерева, пластмассы, морозостойкой резины), которые устанавливают по кромкам стекла с целью обеспечения заданного положения его в переплете, обеспечения равномерной передачи на переплет нагрузок от собственного веса стекла и других воздействий, исключения контакта стекла с переплетом для гарантии его сохранности (рис. XIX.2). Их величина и расположение зависят от размеров стекла и способа открывания переплета.

Стекло закрепляют по всему периметру к переплету посредством штапиков, шпилек, кляммер или профилей из озоно- и морозостойкой резины (рис. XIX.3). Шпильки, кляммеры, а также крепежные элементы для штапиков (пружинки, кнопки и др.) устанавливают через 200 мм, а от углов переплета на расстояние 100...50 мм. Пружинящие штапики вставляют в предусмотренные профилированные пазы алюминиевых переплетов.

Одновременно с закреплением стекла производят герметизацию стыка стекла с переплетом уплотнителями и мастиками, предотвращающими проникновение через него дождя, снега, ветра, звука и запаха. Выбор вида закрепления стекла, а также уплотнение и герметизация стыка определяется материалом и конструкцией переплета, размерами стекла, назначением здания и характером эксплуатации светопрозрачных ограждений. На нижней обвязке переплета, смежного с улицей, предусматривают капельник для отвода воды, стекающей со стекол во время дождя.

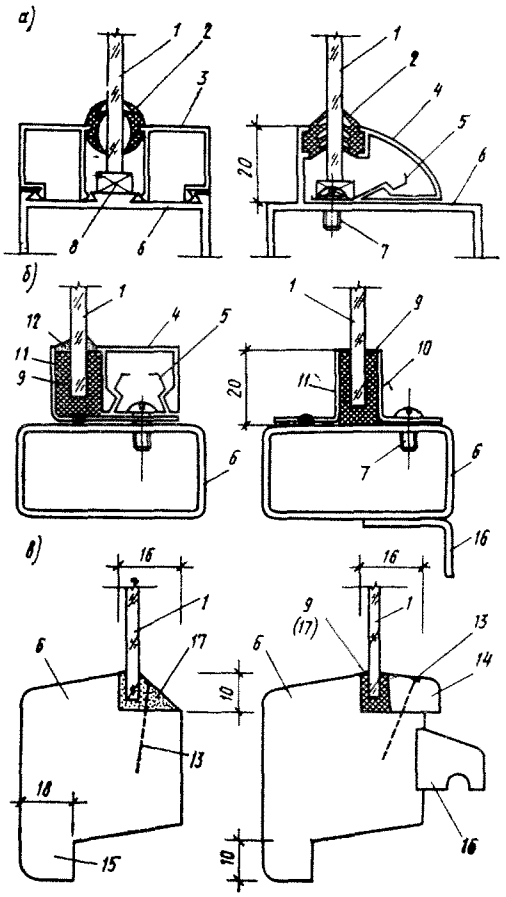


Рис. XIX.3. Закрепление стекол в переплетах и герметизация стыка стекла с переплетом:

а — в алюминиевых переплетах; *б* — в переплетах из стальных гнутых тонкостенных профилей; *в* — в деревянных переплетах; *1* — стекло (стеклопакет); *2* — уплотняющие прокладки; *3* — пружинящий штапик; *4* — штапик; *5* — пластинчатые стальные пружинки; *6* — переплет; *7* — винты из нержавеющей или оцинкованной стали; *8* — опорная прокладка; *9* — уплотняющая П-образная прокладка; *10* — гнутый стальной уголок на винтах (штапик); *11* — гнутый стальной уголок, прикрепленный к переплету электросваркой; *12* — герметизирующая мастика; *13* — шпилька; *14* — деревянный штапик; *15* — наплав; *16* — капельник (только для наружных переплетов); *17* — замазка

Остекленные переплеты можно непосредственно крепить к стенам. В этом случае их называют *глухими*, т. е. неоткрывающимися. Чтобы переплеты могли открываться, их шарнирно крепят на раме из того же материала, что и переплет, но больших размеров, которую называют *коробкой*, а открывающийся переплет — *створкой*. Коробка с переплетом представляет

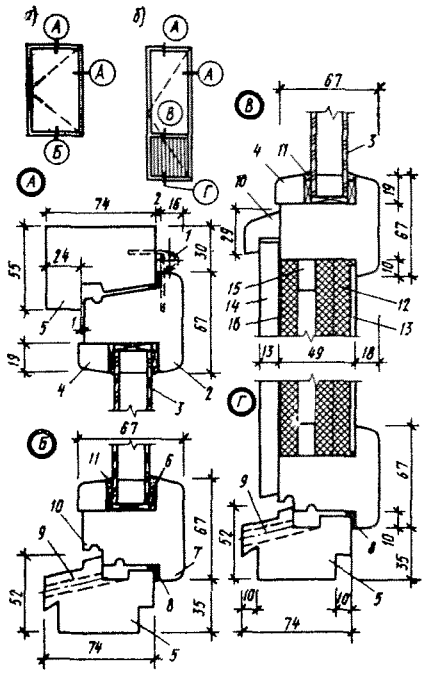


Рис. XIX.4. Оконный блок и блок балконной двери с деревянными переплетами, заполненными стеклопакетом (сечения по притворам):
а — оконный блок; *б* — блок балконной двери; *1* — петля (только на вертикальном бруске переплета створки со стороны навески); *2* — переплет створки; *3* — стеклопакет; *4* — шпатик; *5* — коробка; *6* — опорные и фиксирующие прокладки; *7* — наплав; *8* — уплотняющая прокладка; *9* — отверстие ∅ 10 для отвода воды; *10* — капельник; *11* — мастика; *12* — мягкая древесно-волокнистая плита δ=12 мм, 3 слоя; *13* — твердая древесно-волокнистая плита δ=3,2 мм; *14* — обшивка деревянной рейкой; *15* — распорная рейка; *16* — строительная бумага

оконный блок (рис. XIX.1, XIX.4, *а*). В оконных блоках предусматривают вертикальные *бруски-импосты* или горизонтальные *средняки*, которые увеличивают жесткость блоков при ветровом напоре, а также при открывании створок. Полотна балконных дверей отличаются от оконных створок только тем, что их нижняя часть высотой от пола до уровня подоконника имеет вместо стекол филенки. Полотно балконной двери с коробкой носит название *блока балконной двери* (рис. XIX.4, *б*). Конструкцию светопрозрачных ограждений с открывающимися переплетами называют *створной*. В створных ограждениях к стенам крепят коробку, а створку навешивают на коробку с помощью петель, позволяющих открываться ей соответственно расположению этих шарнирных креплений. На рис. XIX.5 показаны способы открывания створок. Способы открывания створок определяются их размерами, удобством проветривания помещения и возможностью мытья стекол при эксплуатации. Для проветривания помещений наиболее удобно устройство *фрамуг*. Это открывающиеся створки в верхней части светового проема, вращающиеся вокруг горизонтальных осей. Они направляют холодный воздух к потолку. Для проветривания помещений предусматривают также небольшие распашные створки на всю высоту светового

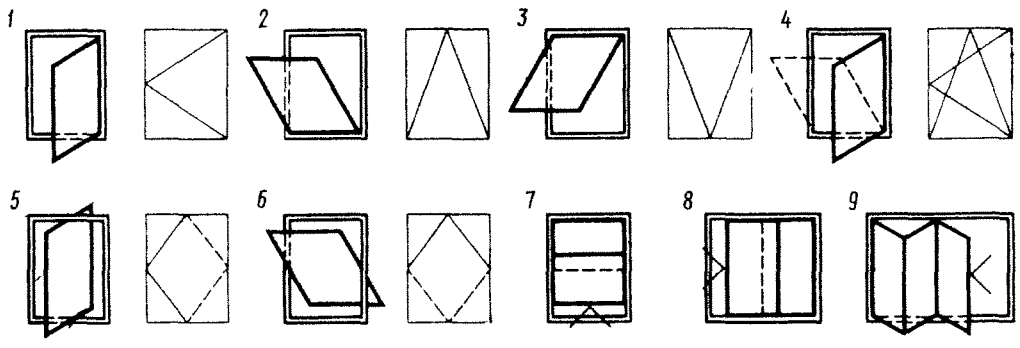


Рис. XIX.5. Виды открывания створок и их условные обозначения:
1 — распашные; *2* — откидные; *3* — подвесные; *4* — комбинированные (открывание с поворотно-откидным устройством); *5* — вращающиеся на вертикальной оси; *6* — вращающиеся на горизонтальной оси; *7* — раздвижные (по вертикали); *8* — раздвижные (по горизонтали); *9* — многостворчатое окно, складывающееся гармоникой

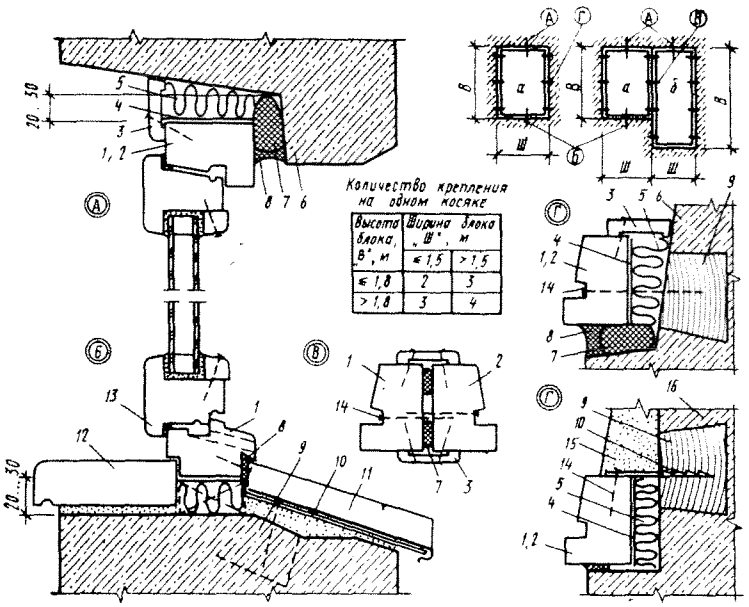


Рис. XIX.6. Крепление деревянных оконных блоков и блоков балконных дверей к стенам и герметизация стыков:

а — окно; *б* — балконная дверь; *1* — оконная коробка; *2* — коробка балконной двери; *3* — нащельник; *4* — слой толя; *5* — конопатка (смоляная пакля или войлок, смоченный в гипсовом растворе); *6* — стена (панельная); *7* — утепляющая прокладка; *8* — мастика; *9* — антисептированная деревянная пробка; *10* — костыль; *11* — слив из оцинкованной стали; *12* — подоконная доска; *13* — переплет створки; *14* — гвоздь; *15* — штукатурный откос; *16* — кирпичная стена

проема или в верхней его части — *форточки* (см. рис. XIX.1). Распашные створки в зданиях выше двух этажей открываются только внутрь помещения для безопасности и удобства мытья и ремонта конструкции светопроема. Полотна балконных дверей всегда устраивают распашными с открыванием внутрь помещения. Для открывания и фиксации створок в открытом и закрытом положении предусматривают ручки, ветровые стопоры и другие металлические элементы.

Стык створок между собой и коробкой называется *притвором*. От продувания притворы перекрывают нащельниками или четвертями, устраиваемыми в коробке и переплетах створок. В деревянных створках эта четверть называется *наплавом*. Притворы уплотняют прокладками в виде шнуров из пористой резины, шерсти или синтетических материалов. По всему наружному периметру коробки устраивается паз. Попадая в него, воздушные потоки, проникающие извне через щели притворов, теряют скорость. Паз препятствует также подсасыванию воды внутрь помещения: вода при косых дождях, попадая в полость, стекает вниз, а оттуда через прорези в нижнем бруске коробки вытекает наружу.

Обычно ширина и высота переплетной конструкции меньше соответствующих размеров светового проема, для которого она предназначена (рис. XIX.6). Зазоры, предусмотренные СНИПом, необходимы для компенсации неточностей при изготовлении как строительных конструкций, так и конструкций светопрозрачного ограждения; для обеспечения компенсаций температурных воздействий в металлических переплетах и влажностных — в деревянных переплетах; для удобства монтажа и ремонта светопрозрачной конструкции и для удобства утепления и герметизации стыков. При монтаже положение светопрозрачной конструкции выверяют с помощью подкладок под ее вертикальные элементы, после чего осуществляется ее крепление к строительным конструкциям. Способы крепления зависят от размеров светопрозрачной конструкции и материала переплетов (см. § XIX.3). Крепления должны быть прочными, долговечными, с требуемым пределом огнестойкости. Вслед за креплением стыки между светопрозрачными и строитель-

ными конструкциями заполняют утепляющими материалами (антисептированной паклей, жгутом из отходов синтетических волокон и др.) и перекрывают нащельниками в соответствии с материалом переплетов из дерева, алюминия, стали (рис. XIX.6). В каменных стенах с деревянной конструкцией светопроемов нащельники иногда заменяют штукатурным откосом. Нижние горизонтальные стыки со стороны помещения перекрывают подоконными досками из дерева, железобетона, асбестоцементным листом и др., а со стороны улицы — отливами с капельниками из оцинкованной стали, алюминия, бетона, естественного камня, керамики. Края отливов поднимают по боковым откосам светового проема во избежание потеков и высолов фактурного слоя на фасаде стены.

Теплоизоляционные качества светопрозрачных ограждений, их воздухо- и звуконепроницаемость обеспечиваются прежде всего тщательной герметизацией стыков светопрозрачного ограждения со стеной, герметизацией сопряжения стекол с переплетами и устройством плотных притворов в створных переплетах. На тепло- и звукоизоляционные свойства влияет также количество слоев остекления, толщина стекол и толщина воздушной прослойки между стеклами. Однослойное остекление светопроемов допустимо лишь в IV климатической зоне и в неотапливаемых зданиях во всех климатических зонах. Двумя рядами остекления в переплетах заполняют светопроемы в зданиях II и III климатических зон. Три и четыре ряда остекления в переплетах предназначают для зданий, строящихся в районах с температурой наиболее холодной пятидневки ниже —31 °С; в районах с сильными ветрами и в верхних этажах высотных зданий для снижения воздухопроницаемости светопрозрачных ограждений; для светопроемов, выходящих на шумные магистрали.

Конструкции с двумя рядами остекления решают в раздельных переплетах, в спаренных или в одинарном, застекленном стеклопакетом (рис. XIX.7, *4*). Минимальное расстояние между переплетами при раздельном их положении определяется возможностью установки на наружный переплет створок приборов открывания и крепежных устройств, а в некоторых случаях и возможностью промывки поверхности стекол в межстекольном пространстве. При распашном открывании створок в переплетах с раздельным остеклением размеры внутренней створки и по высоте и по ширине больше наруж-

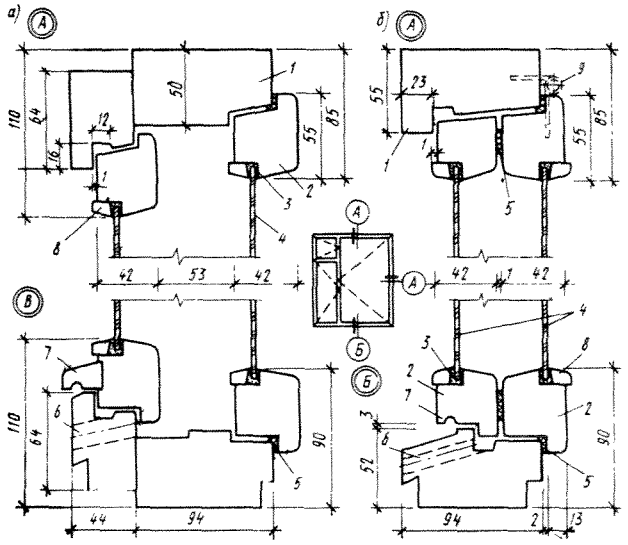


Рис. XIX.7. Деревянные оконные блоки с двойным остеклением:

а — в раздельных переплетах; *б* — в спаренных переплетах; *1* — коробка; *2* — переплет створки; *3* — замазка или резиновый профиль; *4* — стекло; *5* — уплотняющие прокладки; *6* — прорезь в нижнем бруске коробки для стока воды; *7* — капельник; *8* — штапик; *9* — петли (только со стороны навески)

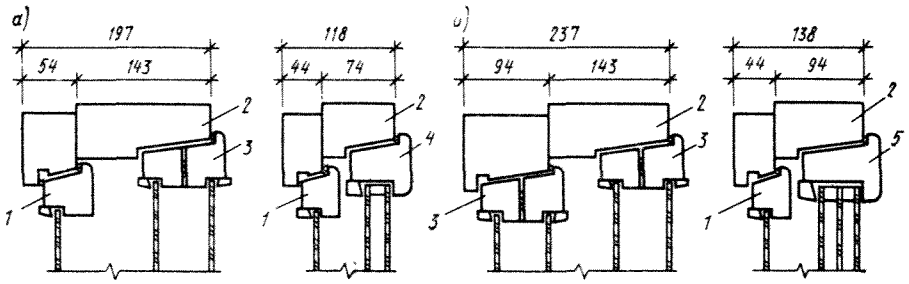


Рис. XIX.8. Схемы оконных блоков комбинированного типа:
а — с тройным остеклением; *б* — с четверным остеклением; *1* — переплет с одним стеклом; *2* — коробка; *3* — спаренный переплет; *4* — переплет с двойным стеклопакетом; *5* — переплет с тройным стеклопакетом

ной на 50...70 мм. Это увеличение, необходимое для открывания наружной створки в сторону помещения, называется *рассветом* (рис. XIX.7, *а*). В *спаренных переплетах* створки плотно примыкают друг к другу. На коробку навешивают одну внутреннюю створку, а наружную крепят к внутренней при помощи петель (рис. XIX.7, *б*). Обе створки стягивают болтами или соединяют посредством крючков и разъединяют лишь при мытье стекол. Спаренные конструкции в сравнении с раздельными экономичнее по расходу материалов на 20%. *Остекление стеклопакетом* требует устройства одного переплета (см. рис. XIX.4). В этом случае по сравнению с раздельным остеклением (с двойными переплетами) экономия материала составляет 30...35%, а затраты труда на изготовление уменьшаются на 10...15%. С точки зрения термического сопротивления наилучшей среди приведенных типов двойного остекления является конструкция с раздельными переплетами.

Конструкции светопрозрачных ограждений с тройным и четверным остеклением устраивают комбинированного типа (рис. XIX.8). Переплеты со стеклопакетами всегда размещают со стороны помещения.

Конструкции шумозащитных окон имеют тройное остекление с более тщательной герметизацией притворов и звукопоглощающие обкладки в межстекольном пространстве по всему периметру окна.

Выбор материала переплетов производят с учетом назначения здания, размера световых проемов, ветровых нагрузок и технико-экономических сравнений.

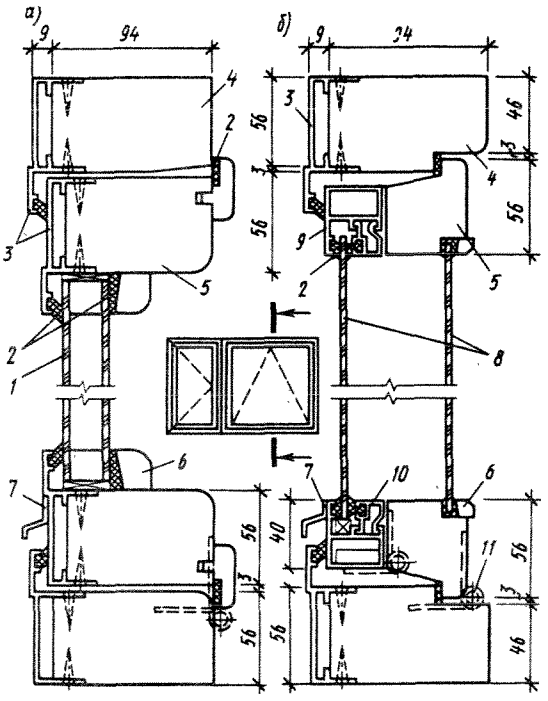


Рис. XIX.9. Оконные блоки с деревоалюминиевыми переплетами:
а — с облицовкой алюминиевыми профилями; *б* — спаренный с наружным алюминиевым переплетом; *1* — стеклопакет; *2* — уплотняющие прокладки; *3* — алюминиевые профили облицовки; *4* — коробка; *5* — деревянный переплет створки; *6* — деревянный штапик; *7* — капельник; *8* — листовое стекло; *9* — алюминиевый переплет створки; *10* — алюминиевый штапик; *11* — петли

Деревянные переплеты обладают прочностью, легкостью, имеют большое термическое сопротивление, сравнительно просты в изготовлении, но подвержены гниению. Перемена влажности воздуха приводит их к короблению. Срок службы и влагостойкость деревянных переплетов увеличивают обработкой антисептиками, нанесением лакокрасочных покрытий и полимерных составов, а также тщательной герметизацией стыков в их элементах и устройством дренажных отверстий.

Стальные переплеты имеют большую прочность и жесткость, но малое термическое сопротивление и подвержены коррозии. Коррозиестойкость стальных профилей и деталей переплетов повышают цинкованием, водостойкими грунтовками и эмалями и т. п.

Алюминиевые переплеты обладают высокими архитектурно-эстетическими качествами, долговечны, коррозиестойки, легче стальных в 2,5...3 раза, но менее жестки и теплопроводны. Алюминиевые профили переплетов изготовляют методом экструзии, позволяющим получать их разнообразными по форме и точными по размерам, что обеспечивает надежность соединений и плотность сопряжений элементов переплета. Благодаря этому алюминиевые пе-

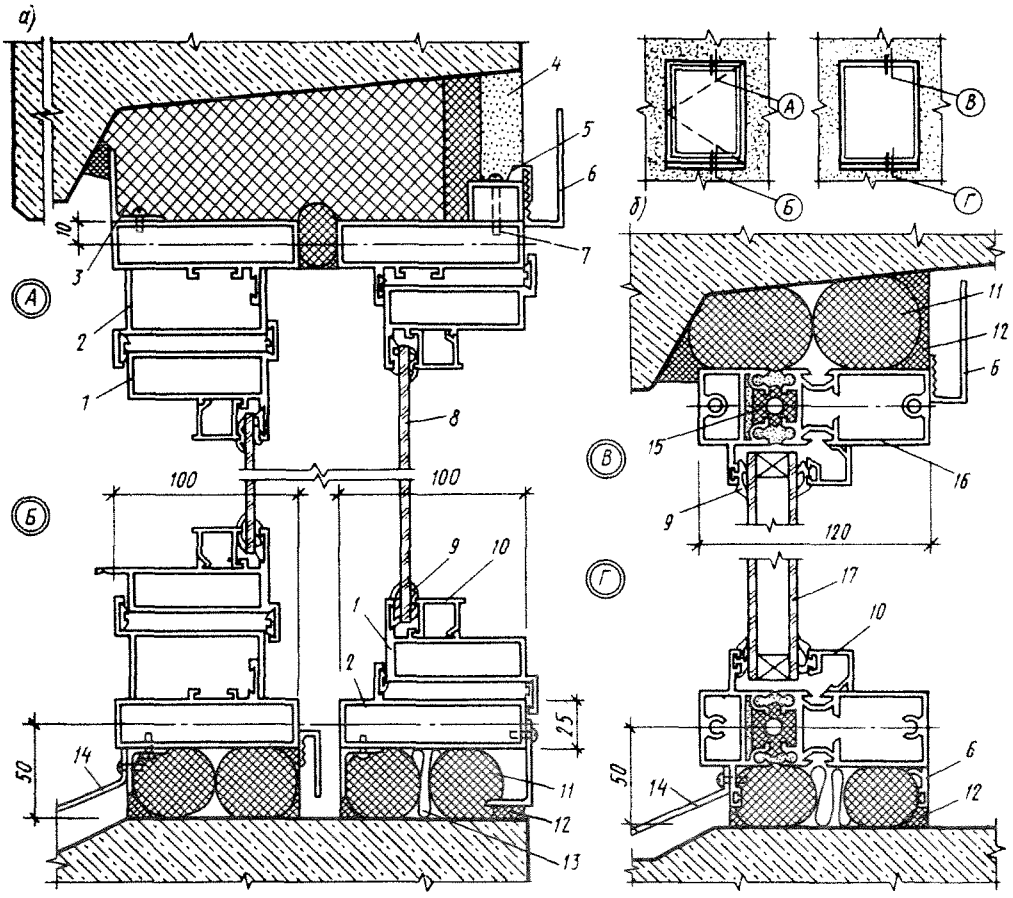


Рис. XIX.10. Окна с алюминиевыми переплетами:

а — с раздельным двойным остеклением (створный переплет); *б* — в комбинированном переплете со стеклопакетом (глухой переплет); *1* — переплет створки; *2* — коробка; *3* — утеплитель; *4* — штукатурка; *5* — стальная пружина; *6* — нащельник; *7* — самонарезающий винт; *8* — стекло; *9* — уплотнитель; *10* — штапик; *11* — эластичная прокладка; *12* — мастика; *13* — смоляная пакля; *14* — слив; *15* — термовкладыш; *16* — комбинированный переплет; *17* — стеклопакет

реплетные конструкции по сравнению с деревянными и стальными имеют меньшую водо- и воздухопроницаемость, повышенные звукоизоляционные характеристики. Ввиду возникновения электрохимической коррозии алюминия при соприкосновении его с другими строительными материалами, соприкасающиеся поверхности алюминия покрывают битумным лаком за 2 раза с прокладкой одного слоя гидроизола, а все остальные крепежные элементы кадмируют или оцинковывают с последующим покрытием битумным лаком. Для повышения коррозиестойкости алюминия и улучшения его декоративных качеств детали переплетов анодируют или оксидируют. Защитно-декоративное покрытие толщиной от 5 до 25 мкм может иметь различные цвета.

Переплеты из полимерных материалов не требуют защитного покрытия, поскольку стойки к воздействию влаги и коррозии, герметичны, долговечны, экономичны в эксплуатации, индустриальны в производстве и монтаже и имеют высокое сопротивление теплопередаче. Жесткость профилей переплетов усиливают металлическими элементами-сердечниками. В СССР производство оконных блоков с пластмассовыми переплетами находится в стадии освоения.

Железобетонные переплеты находят применение в безлесных районах для сельскохозяйственных и промышленных зданий, не требующих отопления. Они имеют большую массу и сложны в устройстве.

Чтобы конструкция переплетов отвечала максимально бóльшим требованиям, ее зачастую выполняют не из одного, а из двух материалов, используя свойства каждого из них (деревоалюминиевые, сталедеревянные, сталеалюминиевые переплеты и др.). Учитывая коррозиестойкость алюминия и пластмассы, из них выполняют переплеты, обращенные к улице или этими материалами облицовывают фасадные поверхности деревянных конструкций, что повышает эстетические и эксплуатационные качества дерева. Из алюминия или пластмассы можно изготовлять лишь отдельные элементы переплетной конструкции с целью улучшения ее водо-, воздухо- и звуконепроницаемости (рис. XIX.9).

Для исключения «мостиков холода» в теплопроводных алюминиевых и стальных переплетах, их собирают из двух профилей, соединяемых между собой через теплоизоляционные прокладки из жестких полимерных материалов с низким коэффициентом теплопроводности (рис. XIX.10, *б*). Толщина термовкладыша может быть 6...16 мм. Иногда металлические переплеты утепляют снаружи профилями из полимерных материалов.

XIX.3. Конструкции окон, витражей и витрин

Окна. Переплетную конструкцию окон изготовляют в заводских условиях и на строящиеся объекты или домостроительные комбинаты поставляют в основном остекленную с установленными приборами открывания и крепления. В целях сокращения габаритных размеров окон, а соответственно и расходов стекла в 1983 г. Госстроем СССР утверждена единая для всех видов строительства номенклатура окон с переплетами из дерева, стали, алюминиевых сплавов и других материалов (рис. XIX.11). Габаритные размеры конструкции окон и балконных дверей гражданских зданий приняты кратными укрупненному модулю 3М (300 мм) и дополнительному 1,5М (150 мм), а размеры конструкций окон промышленных зданий — модулю 6М (600 мм).

Переплетная конструкция окон в общественных и промышленных зданиях может быть глухой и створной. Створные части решают в виде фрамуг, подвешенных к рамам на верхней, нижней или средней горизонтальных осях. Открывание и фиксацию фрамуг осуществляют приборами с ручным или механическим приводом. Распашные створки для аэрации по-

мещений устанавливают только до высоты, доступной для ручного открывания, а также для обеспечения промывки стекол. В одноэтажных зданиях допускают наружное открывание окон в том случае, если створки открытого окна находятся выше роста человека.

Стандартными оконными конструкциями можно заполнять светопроемы любых размеров и пропорций. Размеры, форму светопроемов, а также их положение относительно пола помещений принимают в соответствии со светотехническим расчетом. Следует отметить, что светопропускная способ-

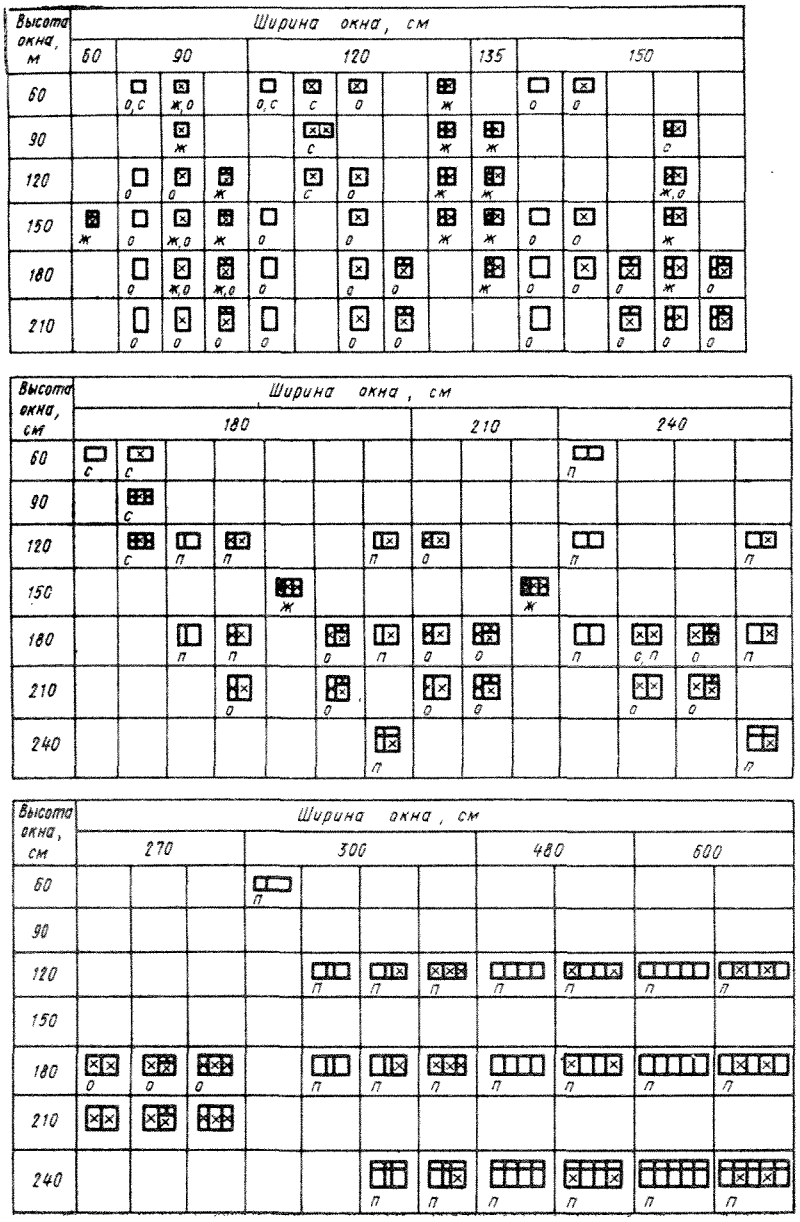


Рис. XIX.11. Единая для всех видов строительства номенклатура окон с переплетами из дерева, стали, алюминиевых сплавов и других материалов (параметры оконных блоков по высоте и ширине приведены в координационно-модульных размерах с модулем М10. Материалы переплетов на данном рисунке не указаны): □ — рамы и коробки оконных переплетов; У — створки, фрамуги и форточки оконных переплетов; Ж — окна, применяемые в жилых зданиях; О — окна, применяемые в общественных зданиях; П — окна, применяемые в промышленных зданиях; С — окна, применяемые в сельскохозяйственных зданиях

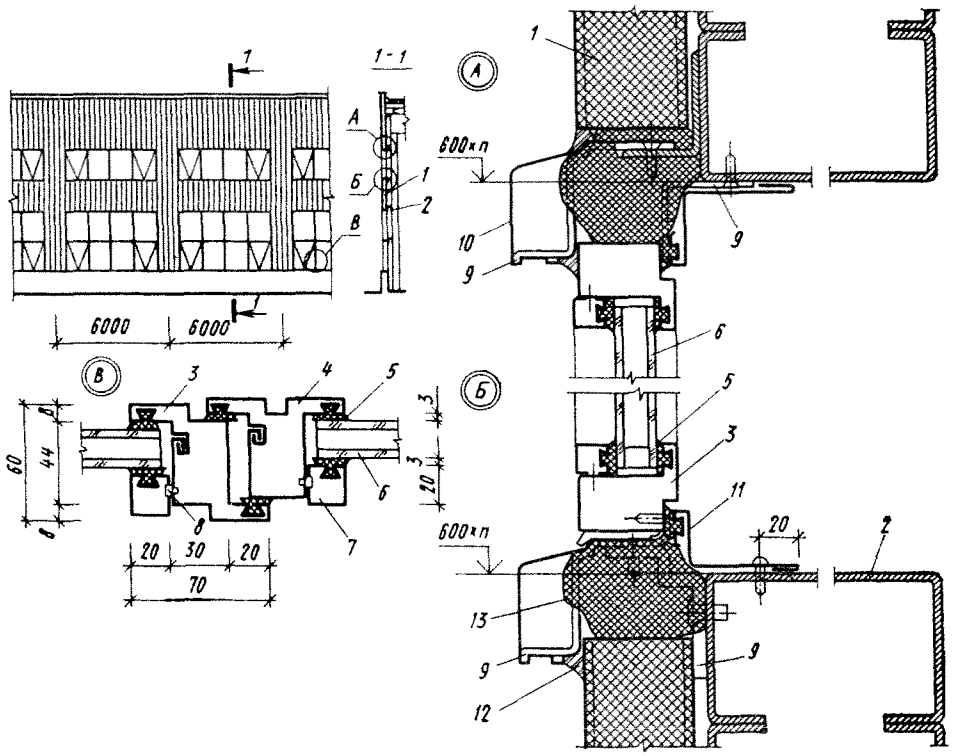


Рис. XIX.12. Оконный блок из тонкостенных холодногнутых профилей:

1 — стеновая панель типа «сандвич»; *2* — ригель фахверка; *3* — переплет фрамуги; *4* — глухой переплет; *5* — резиновый уплотнитель; *6* — стеклопакет; *7* — штапик; *8* — конусообразная шайба или специальная пластмассовая деталь для крепления штапиков; *9* — крепежные элементы с шагом 1000; *10* — слив; *11* — нащельник; *12* — мастика; *13* — утеплитель

ность ленточного остекления, применяемого в общественных и промышленных зданиях, используется не полностью, так как часть стекол находится за колоннами каркаса здания. С точки зрения наиболее эффективного использования световой активности светопрозрачных ограждений предпочтительнее окна с простенками.

Освещенность жилых комнат удовлетворяется при размерах окон площадью $^1/_6$...$^1/_{10}$ от площади помещения. При наличии балконов, лоджий размеры окон допускается увеличивать на 20...30%.

В жилых зданиях и детских учреждениях оконную конструкцию обычно выполняют из дерева (см. рис. XIX.4, XIX.6...XIX.8), а в общественных зданиях — из дерева, алюминия, дерево-алюминия, стали. Коробки деревянных блоков крепят к деревянным стенам гвоздями, забиваемыми в косяки (косяк — боковой элемент деревянной коробки), по 2...3 гвоздя на каждый косяк. В каменные стены (бетонные, кирпичные, блочные) для крепления коробок закладывают деревянные пробки из тщательно антисептированной древесины. Коробки деревоалюминиевых блоков крепят к стенам так же, как и при деревянной конструкции блоков.

Для крепления оконных блоков и блоков балконных дверей из алюминия и стали в каменных стенах предусматривают закладные металлические детали, к которым приваривают крепежные элементы.

В производственных зданиях переплеты окон изготовляют из дерева, стали, алюминия, железобетона, а так-

же они могут быть сталедеревянными, сталеалюминиевыми, деревоалюминиевыми и др. Выбор материала для переплетов определяется особенностями режима производства. Так, например, стальные переплеты используют главным образом в зданиях с сухим и нормальным режимами в помещениях и при отсутствии агрессивных сред; при наличии агрессивных сред целесообразнее применять алюминиевые конструкции окон. Деревянные переплеты используют в промышленных зданиях с сухим нормальным температурно-влажностным режимом и т. д.

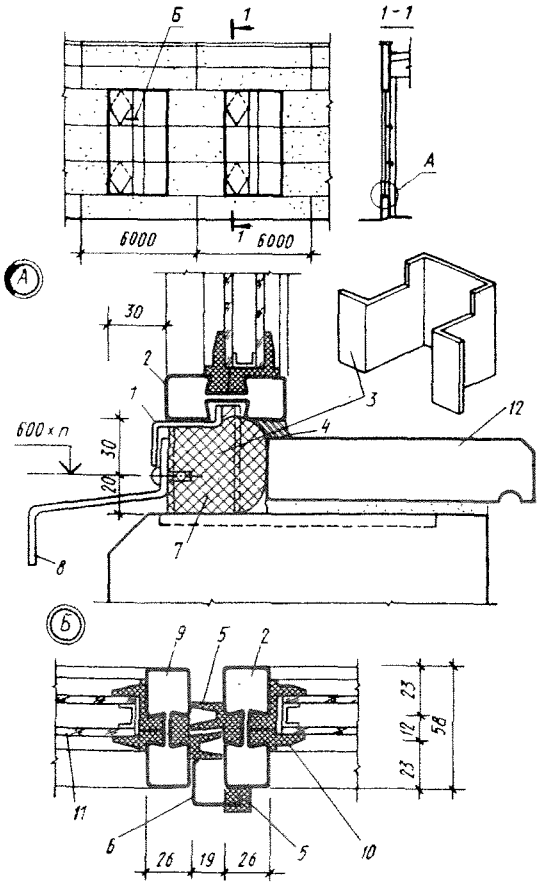


Рис. XIX.13. Окна из гнутосварных стальных профилей:

1 — нащельник; *2* — глухой переплет; *3* — сухарь с шагом 1200; *4* — мастика; *5* — резиновые профили для уплотнения притвора; *6* — нащельник притвора; *7* — утеплитель; *8* — слив; *9* — переплет фрамуги; *10* — крепежные резиновые профили; *11* — стеклопакет; *12* — подоконная плита

Наиболее распространены в промышленном строительстве стальные переплетные конструкции. Самые экономичные по расходу стали переплеты из холодногнутых тонкостенных профилей Г-, Т- и Z-образного сечения, выполняемые из листовой оцинкованной стали толщиной 0,8 мм для двойных раздельных переплетов и толщиной 1,0 мм для одинарных (рис. XIX.12). Поскольку соединение этих профилей в переплетах осуществляется с помощью стальных и пластмассовых вкладышей и оцинкованных самонарезающих винтов и болтов, оконные блоки могут поставляться в разобранном виде с последующей их сборкой на приближенных к строительным объектам площадках. Поставка профилей переплетов россыпью в комплекте с другими, необходимыми для сборки материалами и изделиями, существенно повышает коэффициент использования транспортных средств и снижает расходы на доставку конструкций. По высоте оконные блоки могут иметь 1,2; 1,8; 2,4, а по ширине 1,8 и 2 (для зданий из легких металлических конструкций), 2,4 и 3 м.

Широкое применение находят переплеты с цельноформованным гнутосварным замкнутым профилем, изготавливаемым из рулонной холоднокатаной стали толщиной 1,8 мм (рис. XIX.13). Профили переплетов соединяют на сварке. Оконные блоки с одинарным и двойным раздельными переплетами выпускают высотой 0,6; 1,2 и 1,8 м, а по ширине — 1,8 и 2 м (для зданий из легких металлических конструкций); 2,4; 3; 4,8 и 6 м.

Металлические переплетные конструкции крепят к закладным деталям стеновых панелей и к ветровым ригелям. Максимальная высота проема, заполняемого переплетной конструкцией из тонкостенных профилей, обычно не превышает 6 м.

Деревянные переплетные конструкции окон промышленных зданий крепят к стенам и к вертикальным деревянным импостам теми же приемами, что и в гражданских зданиях. При

ленточном остеклении крепление деревянных оконных блоков осуществляется к перемычечным и подоконным панелям посредством стальных уголков, закрепляемых к стенам дюбелями или сваркой с закладными деталями. Вертикальные нагрузки от блоков передаются на стену через деревянные прокладки, которые предусматривают в горизонтальных швах под вертикальными стойками оконных блоков.

Для заполнения оконных проемов промышленных зданий могут быть использованы светопропускающие плоские или волнистые листы из полимерных материалов. Их применяют в обшивных стенах из асбестоцемента или из профилированного алюминия или стали. Крепление полимерных листов аналогично креплению стеновых.

Из полимерных светопропускающих листов изготовляют также панели с номинальными размерами 1,2×6,0 м. Обвязку панелей выполняют из алюминиевых профилей, а стыки стекла с обвязкой герметизируют мастикой. Панели навешивают на колонны и прикрепляют к ним по типу крепления стеновых панелей.

Витражи и витрины. Витражи и витрины возводят из индустриальных элементов, размеры которых кратны укрупненному модулю 3М (300 мм), с одинарным, двойным и тройным остеклением в зависимости от климатических условий и параметров внутренней среды помещений.

Одинарное остекление применяют иногда в витринах II и III климатических зон, что оправдывается возможностью увеличения торговой площади магазинов, улучшением осмотра товаров, сокращением затрат на возведение светопрозрачного ограждения и обеспечением его периодической очистки. Однако при одинарном остеклении для поддержания нормальной температурно-влажностной среды помещения в холодное время года необходимо устраивать обдув остекления теплым воздухом, что значительно увеличивает эксплуатационные расходы.

Переплеты витражей и витрин часто называют каркасом, который может быть стальным, деревянным. Но наибольшее применение получили профили из алюминиевых сплавов (рис. XIX.14). Сечения элементов каркаса подбирают по расчету. В витражах высотой более 6 м вертикальные элементы каркаса, которые воспринимают большие ветровые нагрузки, выполняют в виде рам и ферм. При двойном раздельном остеклении рамы и фермы образуют путем соединения вертикальных элементов каркасов решеткой из раскосов и ригелей либо только ригелями (рис. XIX.15). В каркас вставляют стеклопакеты, большеразмерные неполированные или полированные стекла толщиной 6...8 мм. Наибольший размер 4,5×3,0 м при толщине 8 мм в настоящее время имеют полированные стекла.

Витражи и витрины с двойным раздельным остеклением подразделяют на проходные и непроходные (рис. XIX.16). **Проходные** конструкции — глухие (см. рис. XIX.14). Чтобы обеспечить проход человека в межстекольное пространство для протирки стекол, его ширина принимается не менее 450 мм. При высоте витражей более 3 м это расстояние увеличивают до 800 мм. В витринах оно может быть еще больше, что определяется функциональными требованиями. Для входа в межстекольное пространство предусматривают створку шириной не менее 0,6 м из тамбура или из помещения. При протяженных витражах створки устанавливают через каждые 15 м. **В непроходных** витражах (витринах) одно из светопрозрачных ограждений проектируют глухим, а другое — целиком створное для возможности очистки внутренних поверхностей стекла. Расстояние между наружным и внутренним ограждением принимают не более 150 мм. Непроходные конструкции в сравнении с проходными имеют меньшую световую активность и больший расход металла. Их располагают в пределах толщины стены. В проходных конструкциях наружное

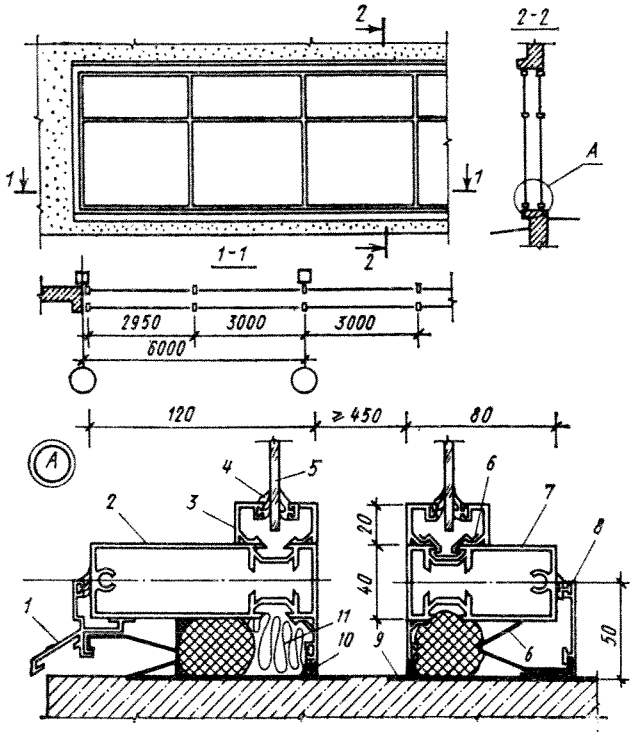


Рис. XIX.14. Витраж (витрина) с алюминиевыми глухими переплетами:

1 — слив; *2* — рама переплета наружного остекления; *3* — штапик; *4* — уплотняющая прокладка; *5* — стекло; *6* — стальная пружина; *7* — рама переплета внутреннего остекления; *8* — нащельник; *9* — покрытие мастикой, *10* — эластичная прокладка; *11* — смоляная пакля

остекление обычно выносится за пределы стены, наружу (рис. XIX.16, *б, в*). Его опирают на консоль, выпущенную из цоколя или фундамента, или на собственный фундамент. Межстекольное пространство перекрывают консольной плитой, заделанной в стену.

Для защиты витражей и витрин от конденсата и обледенения внутреннюю конструкцию остекления тщательно герметизируют от проникновения в межстекольное пространство увлажненного воздуха из помещения. Кроме того, его вентилируют более сухим воздухом улицы, для чего в нижней и верхней горизонтальных обвязках наружного каркаса предусматривают небольшие отверстия.

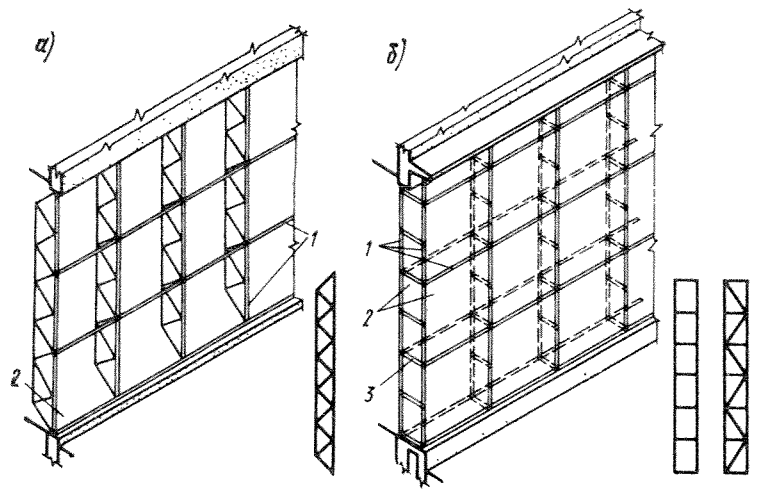


Рис. XIX.15. Вертикальные импосты витражей высотой более 6 м:

а — для остекления с одинарным переплетом; *б* — для остекления с двойным раздельным переплетом; *1* — переплет (каркас); *2* — стекло (стеклопакет); *3* — ригель

Конструкции витражей и витрин можно устанавливать на отметке пола первого этажа, но не ниже 0,3 м от уровня тротуара. Для снижения блесткости витринного стекла наружному остеклению придают наклон (наружу) до 10...15° или используют солнцезащитные устройства.

По приемам изготовления и монтажа конструкции витражей и витрин проектируют рамными (панельными), линейными и рамно-линейными (рис. XIX.17). Рамные конструкции наиболее индустриальны, поскольку каркас с остеклением выполняется в заводских условиях и в виде панелей поступает на место строительства. Но нежелательным является увеличение расхода материалов на каркас (двойные стойки). Строительство из линейных элементов трудоемко, но удобна их транспортировка. Обычно сочетают панели с линейными элементами.

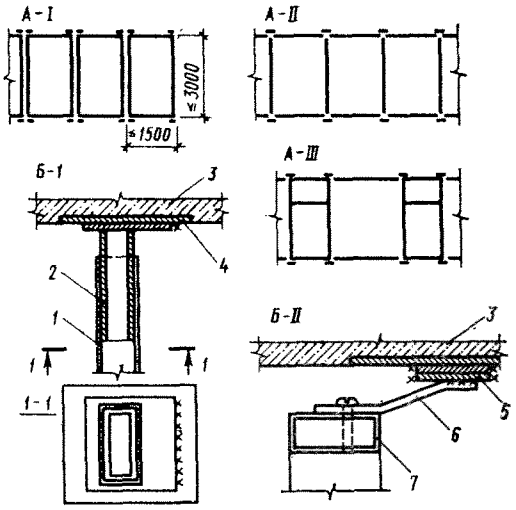


Рис. XIX.17. Приемы монтажа конструкций витражей и витрин (*а*) и их крепление к несущим конструкциям зданий (*б*):

1 — вертикальная стойка каркаса; *2* — анкерный вкладыш; *3* — стена; *4* — закладная деталь; *5* — прокладки; *6* — анкер; *7* — ригель

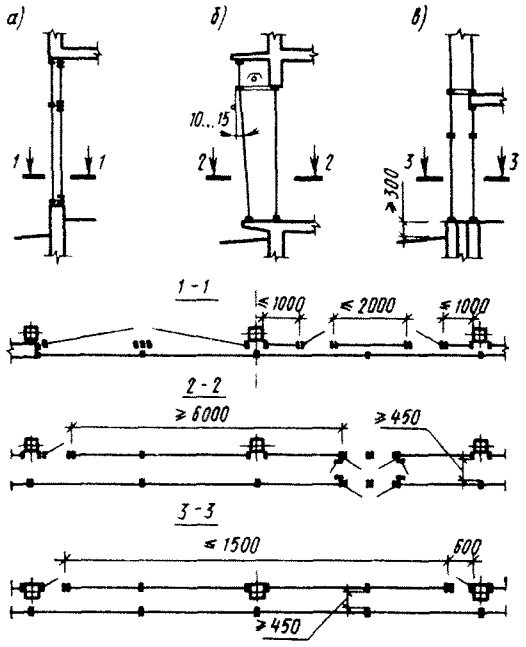


Рис. XIX.16. Конструктивные схемы витражей и витрин:

а — непроходные (на плане по *1—1* справа — с частично створными внутренними переплетами, слева — со всеми створными внутренними переплетами); *б, в* — проходные

При креплении каркаса витражей и витрин к остову здания учитывают кроме ветровых нагрузок температурные деформации конструкций, осадку здания, прогибы и колебания козырьков и др., поэтому узлы крепления осуществляют скользящими или гибкими. Крепления устраивают в местах положения стоек, причем в самонесущих («стоящих») светопрозрачных конструкциях скользящие связи вверху, а в навесах («висячих») конструкциях — внизу. Противоположные гибким связям стороны стоек каркаса крепят при помощи обычной жесткой заделки. В многоэтажных витражах стойки каркаса поэтажно крепят посредством сварки к закладным деталям перекрытий. Для погашения температурных и других деформаций в пределах каждого этажа стойки каркаса членят и их концы соединяют скользящим швом.

При возведении витражей и витрин плоскости светопрозрачного ограждения выравнивают, иначе будут искажены отражения противоположных зданий и пейзажей.

XIX.4. Конструкции светопрозрачных бесперепетных ограждений

Ограждения из стеклопрофилита и стеклоблоков применяют как в гражданском, так и в промышленном строительстве для заполнения отдельных оконных проемов, ленточного остекления и целиком стены. Для аэрации помещений, а также для визуальной связи помещений с улицей сочетают глухое остекление из стеклопрофилита или стеклоблоков с переплетной конструкцией. Расход металла в бесперепетных светопрозрачных ограждениях на 30...40% меньше, чем в светопрозрачных конструкциях с металлическими переплетами.

Стеклопрофилит выпускают ребристого, швеллерного и коробчатого типов из бесцветного и окрашенного стекла. Максимальная длина швеллерного профиля 3,6 м, а коробчатого — 4,2 м. Стеклопрофилит устанавливают в ограждениях вертикально, но в окнах не исключена возможность горизонтальной его установки (при этом каждый элемент опирают на металлические столики, приваренные к вертикальной обвязке проема). Термическое сопротивление ограждений из стеклопрофилита швеллерного профиля соответствует одинарному остеклению в металлических переплетах при толщине стекла 5 мм, а остекление из стеклопрофилита коробчатого профиля — двойному остеклению.

Перед установкой профильного стекла оконные проемы обрамляют стальными уголками (прокатными или холодногнутыми) или элементами из алюминиевых сплавов. К обрамляющим элементам профильное стекло прижимают и закрепляют стальными уголками, деревянными штапиками или алюминиевыми профилями (рис. XIX.18). При высоте проема, превышающего длину профильных элементов, проем членят горизонтальными ригелями. Ригели из стальных, возможно алюминиевых элементов опирают на опорные столики, устраиваемые на колоннах или на боковых откосах проемов. Чтобы уменьшить сечение ригеля, вводят дополнительную опору, которой является тяж, подвешенный к перемычечным стеновым панелям и частично воспринимающий нагрузку от светопрозрачного ограждения. Ветровая нагрузка от ограждения через горизонтальную обвязку и ригели передается на несущие конструкции здания. Концы профильного стекла, примыкающие к металлу, закрывают резиновыми насадками или упругими прокладками. Вертикальные швы между отдельными элементами стеклопрофилита герметизируют эластичными профилями из озоно- и морозостойкой резины. Все швы и стыки защищают от увлажнения гидроизоляционной мастикой. Для исключения передачи на стекло усилий, вызываемых в конструкциях температурными и другими деформациями, в сопряжениях стеклопрофилита с обвязкой предусматривают компенсационные зазоры не менее 10 мм. Встроенные в ограждения из стеклопрофилита створные окна в переплетах не должны передавать нагрузки на профильное стекло.

Ограждения из стеклопрофилита могут быть выполнены из панелей, для чего сваривают из гнутых профилей несущую раму размером 1,8×6 и 2,4×6 м для профильного стекла швеллерного сечения и 1,8×6; 2,4×6 и 3×6 м — для коробчатого профильного стекла. Жесткость панелей увеличивают тяжами, которые устанавливают с шагом 1 м в вертикальных швах стеклопрофилита. Панели опирают на стальные столики колонн и крепят подобно навесным стенам. Ограждение панелями, заполненными стеклопрофилитом, более индустриальны, чем его штучная установка в проемах, но при этом увеличивается расход металла. Обвязка панели может быть выполнена также из керамзитобетона.

Стеклоблоками обычно ограждают проемы, ориентированные на юг, восток или запад, для создания равномерной освещенности помещений и устранения избыточной инсоляции и

солнечных бликов. При установке светонаправляющих стеклоблоков увеличивают глубину естественной освещенности помещений. Поскольку ограждения из стеклоблоков имеют высокую воздухонепроницаемость, они желательны в зданиях, расположенных в районах с сильными и продолжительными ветрами. Сопротивление теплопередаче стеклоблочных ограждений соответствует двойному остеклению в спаренных деревянных переплетах.

При температурах ниже —40 °С рекомендуется устраивать ограждения из стеклоблоков в сочетании с оконным стеклом, которое устанавливают со стороны помещения. Расстояние оконного стекла от стеклоблоков лимитируется возможностью очистки и вентиляции этого пространства. Звукоизоляционные свойства стеклоблочного ограждения выше двойного остекления в стальных переплетах и составляют 40 дБ. Стеклоблочные огражде-

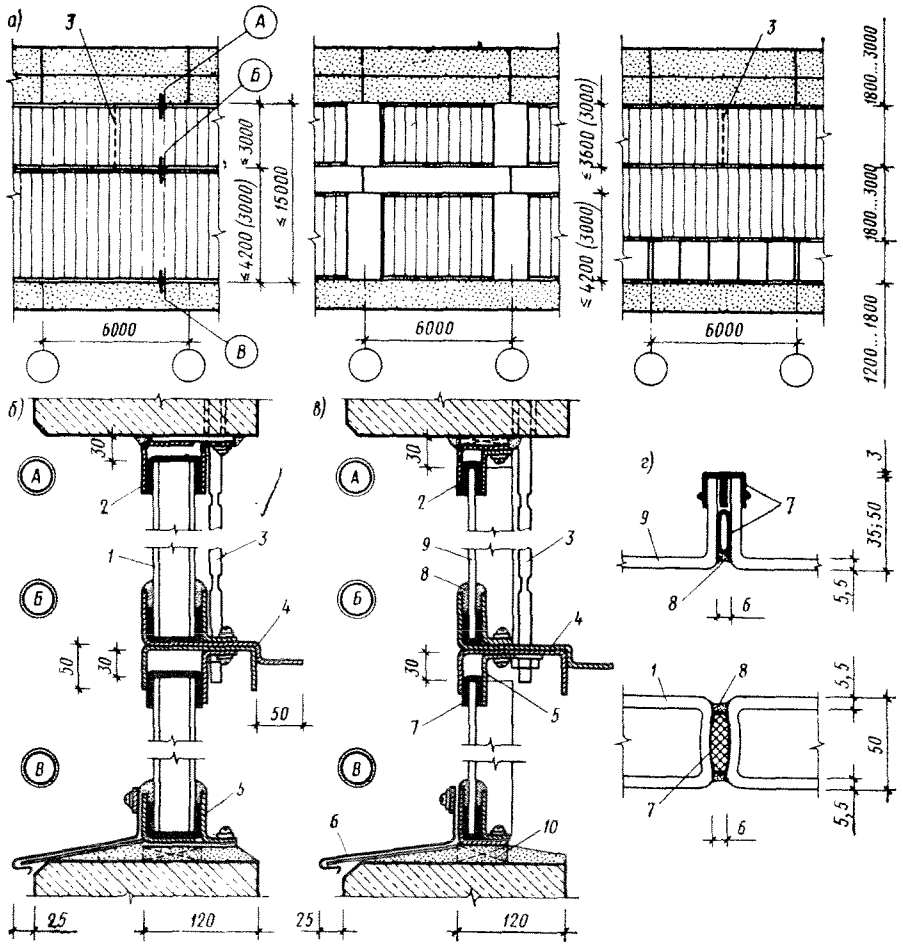


Рис. XIX.18. Светопрозрачные ограждения из стеклопрофилита:

а — примеры ограждений, возведенных из отдельных элементов; *б* — профильного стекла коробчатого сечения; *в* — профильного стекла швеллерного и ребристого сечений; *г* — вертикальные швы ограждений из профильного стекла; *1* — профильное стекло коробчатого типа; *2* — обрамляющий элемент гнутый ∠56×3; *3* — тяж Ø 12 при многоярусном остеклении; *4* — ригель из гнутых профилей; *5* — соединительный элемент из гнутого ∠56×35×2,5; *6* — слив; *7* — герметизирующие прокладки из морозостойкой резины; *8* — мастика; *9* — профильное стекло швеллерного и ребристого типов; *10* — стальные прокладки через 1500, 90×8, *l*=60

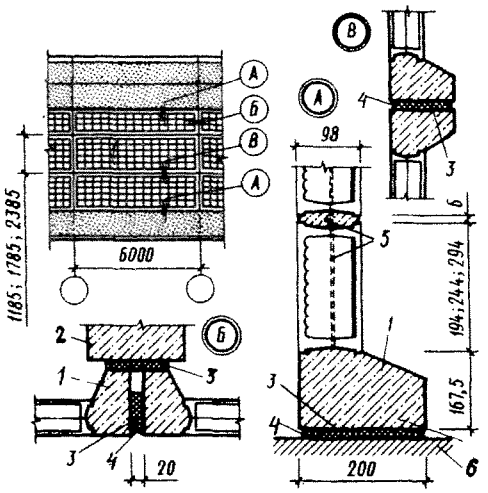


Рис. XIX.19. Ограждения из стеклоблоков:
1 — стекложелезобетонная панель; *2* — колонна; *3* — эластичный уплотнитель; *4* — мастика; *5* — арматура между стеклоблоками; *6* — стена

ния по сравнению с ограждениями из других стеклоизделий имеют наибольшую огнестойкость: их предел огнестойкости равен 1,5 ч.

Площадь стеклоблочных ограждений ограничивается 15 м² при максимальном размере одной из сторон 6 м. Ограждения больших площадей необходимо расчленять температурными швами. Стеклоблоки связывают между собой швами из раствора на безусадочном цементе толщиной не менее 6 мм. В светопроемах площадью более 2×2 м швы армируют проволокой диаметром 4...6 мм, которая не должна соприкасаться со стеклом. Толщину шва и диаметр проволоки подбирают из условий прочности. Швы между блоками расшивают и прокрашивают водостойкими красками и мастиками.

При штучной укладке стеклоблоков швы армируют в одном наиболее коротком пролете проема через 3 ряда. В стекложелезобетонных панелях, изготовляемых в заводских условиях, все швы армируют в двух направлениях для создания необходимой прочности при действии транспортных и монтажных нагрузок. Панель имеет обвязку из железобетона или армированного керамзитобетона (рис. XIX.19). Чтобы исключить действие на стеклоблоки усадочных и термоупругих деформаций, возникающих в материале швов и обвязке панели в результате температурных перепадов при эксплуатации, в местах контакта стекла с раствором или бетоном предусматривают эластичный гидроизоляционный слой (рис. XIX.19). Благодаря этому мероприятию повышается долговечность и эксплуатационная надежность стекложелезобетонных ограждений.

Стекложелезобетонные панели опирают на каркас через опорные столики. К каркасу здания их крепят гибкими связями, обеспечивающими возможность температурных деформаций. Примыкание стекложелезобетонных панелей друг к другу, а также к стенам конструируется как деформационные швы, т. е. в местах примыканий нельзя допускать жесткой заделки. Стыки уплотняют эластичными прокладками из синтетических материалов и герметизируют мастиками. В стеклоблочных стенах возможно устраивать дверные и оконные проемы с переплетными конструкциями.

Беспереплетные конструкции из листового стекла применяют в витражах и витринах для наружного остекления. В этой конструкции только горизонтальные края стекол имеют стальную или алюминиевую обвязку, а вертикальные края стекол укрепляют стеклянными полосами — ребрами жесткости. Ребра жесткости устанавливают перпендикулярно ограждающему стеклу с обеих сторон вертикальных стыков. Вертикальные кромки как ограждающих стекол, так и ребер жесткости шлифуют. Крепление стекла к ребрам осуществляют скрытыми болтами.

В зарубежной практике отшлифованные вертикальные кромки склеивают с помощью стеклоцемента, который обладает такой эластичностью, что при разрушении одного из стекол соседние стекла не страдают. Толщину швов принимают равной 2...5 мм, через 20 м предусматривают деформационные швы.

При одинарном остеклении стекла длиной свыше 5 м и шириной 1,5...3 м подвешивают к несущим конструкциям здания. В этом случае стеклянные ребра жесткости также подвешивают. Стекла крепят за верхнюю короткую сторону специальными захватами, а нижние кромки стекла заводят в металлическую обойму. Между обоймой и стеклом оставляют зазор не менее 3 мм. В подвесных стеклах отсутствует прогиб от собственного веса и поэтому не возникает оптических искажений отражаемых предметов. В случае разрушения стекла оно не падает целиком вниз, следовательно, уменьшается опасность травм при повреждении стекла.

XX Глава. Двери и ворота

XX.1. Понятия, терминология, классификация. Методика проектирования дверей

Дверная конструкция состоит из *коробки,* которая закрепляется в проеме стены или перегородки и створной части — глухого или остекленного дверного *полотна,* навешиваемого на коробку. Коробка с навешенным полотном образует *дверной блок.* Обвязкой дверного полотна называют каркас (рамку) из брусков, расположенных по периметру полотна; средниками — промежуточные горизонтальные бруски дверного полотна. Филенками называются щиты, заполняющие пространство между обвязками и средниками. Профилированные филенки называются фигарейными. Дверными *горбыльками* называют брусочки с фасонным профилем, предназначенные для членения остекленной части двери. Наличником называют доску с фасонным профилем, устанавливаемую по периметру коробки для обрамления проема и прикрытия щели между коробкой и перегородкой или стеной.

По назначению двери подразделяются на: внутренние (включая входные с лестничных клеток в квартиры и помещения общественных и производственных зданий), наружные (входные в здание, балконные, тамбурные и в мусороприемные камеры), специальные (звукоизоляционные, противопожарные и др.), двери-лазы для прохода на крышу и в помещения технического назначения, люки для прохода в подвалы, чердаки и на плоские крыши. По материалам двери бывают деревянными, стеклянными и металлическими. По конструкции дверного полотна двери подразделяются: деревянные — на щитовые, рамочные и филенчатые; металлические — рамочной и бескаркасной конструкции; стеклянные — на двери без обвязки и с обвязкой из одинарных коробчатых алюминиевых профилей или из комбинированных профилей (комбинированный профиль — неразъемный профиль, состоящий из двух наружных алюминиевых профилей и находящегося между ними вкладыша из материала малой теплопроводности — термовкладыша). Двери подразделяются на двери с порогом и без него; двери с фрамугой и без нее; двери остекленные (одинарные и многослойные), комбинированные (включающие сочетание свето- и несветопрозрачных заполнителей) и глухие. По количеству дверных полотен двери подразделяют на однопольные и двупольные, в том числе с неравнопольными полотнами (полуторные), из которых более широкое полотно используется для постоянного прохода, а другое — узкое — открывается лишь при необходимости проноса громоздких предметов. По направлению и способам открывания полотен двери подразделяются на: распашные, открываемые поворотом дверного полотна вокруг вертикальной крайней оси в одну сторону, в том числе: правые — с открыванием дверного полотна против часовой стрелки и левые — по часовой стрелке

(рис. XX.1); качающиеся — открываемые поворотом дверных полотен вокруг вертикальных крайних осей в обе стороны или с устройством качающихся полотен на подпятниках; раздвижные, складчатые, вращающиеся (турникеты) и двери шторы. По влагостойкости двери подразделяют на двери повышенной влагостойкости (для помещений с постоянной относительной влажностью воздуха более 60%, а также тамбурные двери и двери, устанавливаемые в наружных стенах зданий) и двери нормальной влагостойкости. При проектировании жилых и общественных зданий к дверям предъявляют ряд требований. Архитектурные требования определяются значением дверей в оформлении фасада и интерьера здания. Пропорции, размеры и материал дверей должны соответствовать общему характеру архитектуры здания.

Функциональные требования определяются назначением дверей в соответствии с которым располагают двери в плане, определяют их число и габаритные размеры. Ширину дверей принимают из учета габаритов проносимых предметов, обстановки или оборудования, а также исходя из условий эвакуации людей из здания при пожаре. Ширина путей эвакуации в свету должна быть не менее 1 м, дверей — не менее 0,8 м; высота дверей в свету должна быть не менее 2 м. Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания. На путях эвакуации не разрешается применение раздвижных и подъемных дверей, а также вращающихся дверей-турникетов.

Повышенные требования звуко- и теплоизоляции предъявляют к входным (и балконным) дверям, отделяющим внутреннее пространство от внешних воздействий (атмосферных, городского шума и пр.), к входным дверям в квартиры, к дверям, ведущим на крыши. Проектируют входные двери, двери поэтажных тамбуров лифтовых холлов или коридоров, ведущих на балконы или лоджии, самозакрывающимися, т. е. оборудованными приборами, обеспечивающими принудительное и бесшумное закрывание дверей

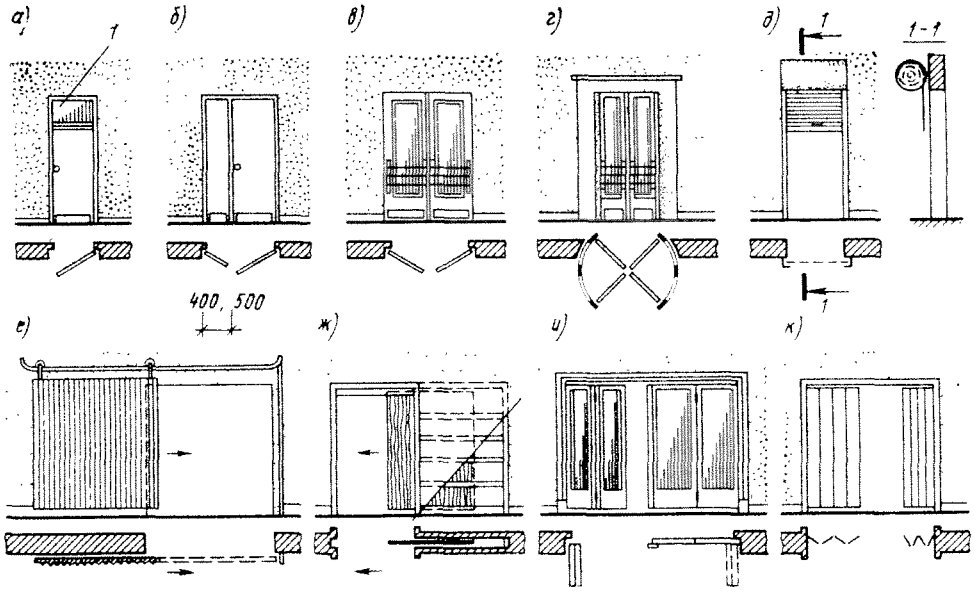


Рис. XX.1. Типы дверей по способу открывания:

а—в — распашные (*а* — однопольная; *б* — полуторная; *в* — двупольная; *г* — вращающаяся дверь-турникет; *д* — подъемная шторная; *е* — откатная; *ж* — прямораздвижная; *и, к* — шарнирно-складывающиеся; *1* — фрамуга

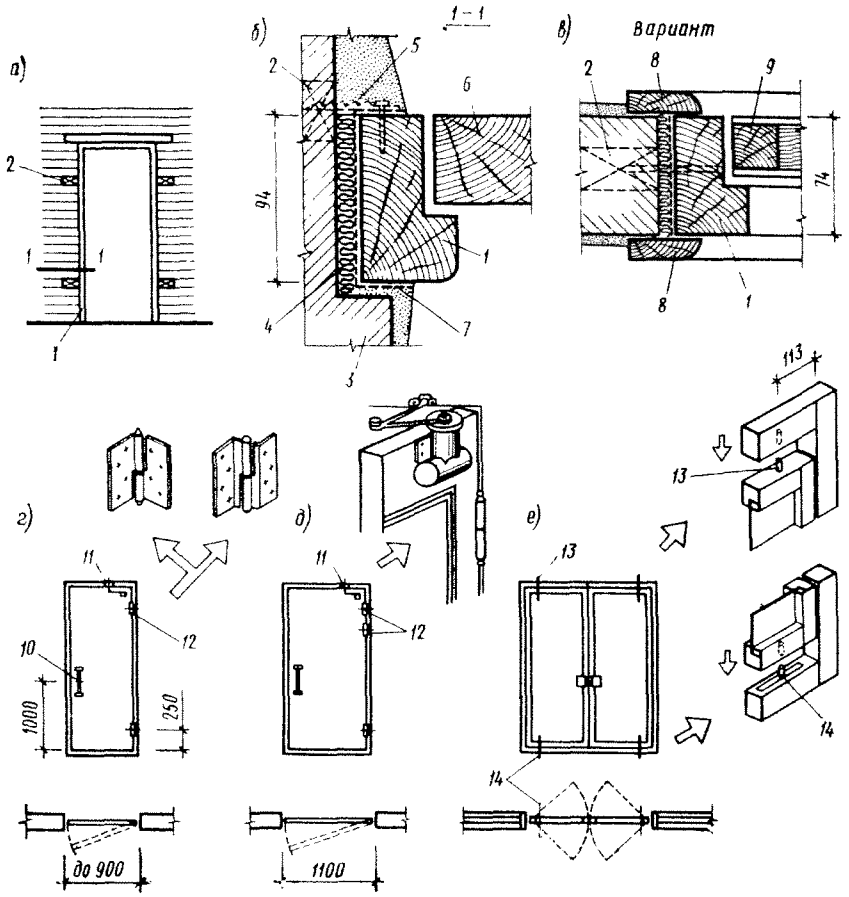


Рис. XX.2. Крепление дверных блоков к стенам и перегородкам на пробках; расположение приборов в дверях:

а — расположение пробок в кладке; *б* — крепление к наружной стене; *в* — то же, к внутренней стене (перегородке); *г—е* — расположение приборов в дверях (*г, д* — в распашных; *е* — с качающимися полотнами); *1* — дверная коробка; *2* — пробка; *3* — четверть; *4* — конопатка; *5* — ерш; *6* — дверное полотно; *7* — толь-кожа; *8* — наличник; *9* — обвязка (каркас, рамка) полотна; *10* — ручка; *11* — дверной закрыватель:; *12* — петли; *13* — верхний шарнир; *14* — нижний шарнир-подпятник с механизмом закрывания дверей

без удара (рис. XX.2, *г, д*) и с уплотняющими прокладками в притворах. Применение таких дверей защищает здание от излишнего холодного воздуха и предохраняет от хлопанья тяжелыми дверными полотнами. Входные двери в квартиры, балконные двери и двери, ведущие на крышу, имеют уплотняющие прокладки в притворах.

Противопожарные требования учитываются при проектировании противопожарных дверей, ведущих с лестничных клеток на чердак, в подвал или цокольный этаж, и противопожарных дверей, расположенных на чердаке в брандмауэрных стенах. Типы противопожарных дверей и минимальные пределы огнестойкостн принимают по соответствующим главам СНиПа. Противопожарные двери делают несгораемыми или трудносгораемыми с деревянными дверными полотнами, обшитыми стальными листами с прослойкой из войлока, пропитанного глиной, или алебастрового картона. К дверям предъявляют также требования унификации, стандартизации и экономии.

XX.2. *Примеры, конструктивные решения наружных и внутренних дверей*

Деревянные двери в массовом строительстве жилых и общественных зданий нашли наибольшее применение. Деревянные двери применяют как в качестве внутренних и наружных (рис. XX.3...XX.5), так и специальных — противопожарных, утепленных и для люков и лазов. Для изготовления деревянных дверей применяют натуральную древесину. Двери повышенной влагостойкости (например, наружные) изготовляют из древесины хвойных пород: ели, пихты, лиственницы и кедра. Для изготовления дверей нормальной влагостойкости (например, внутренние) кроме древесины перечис-

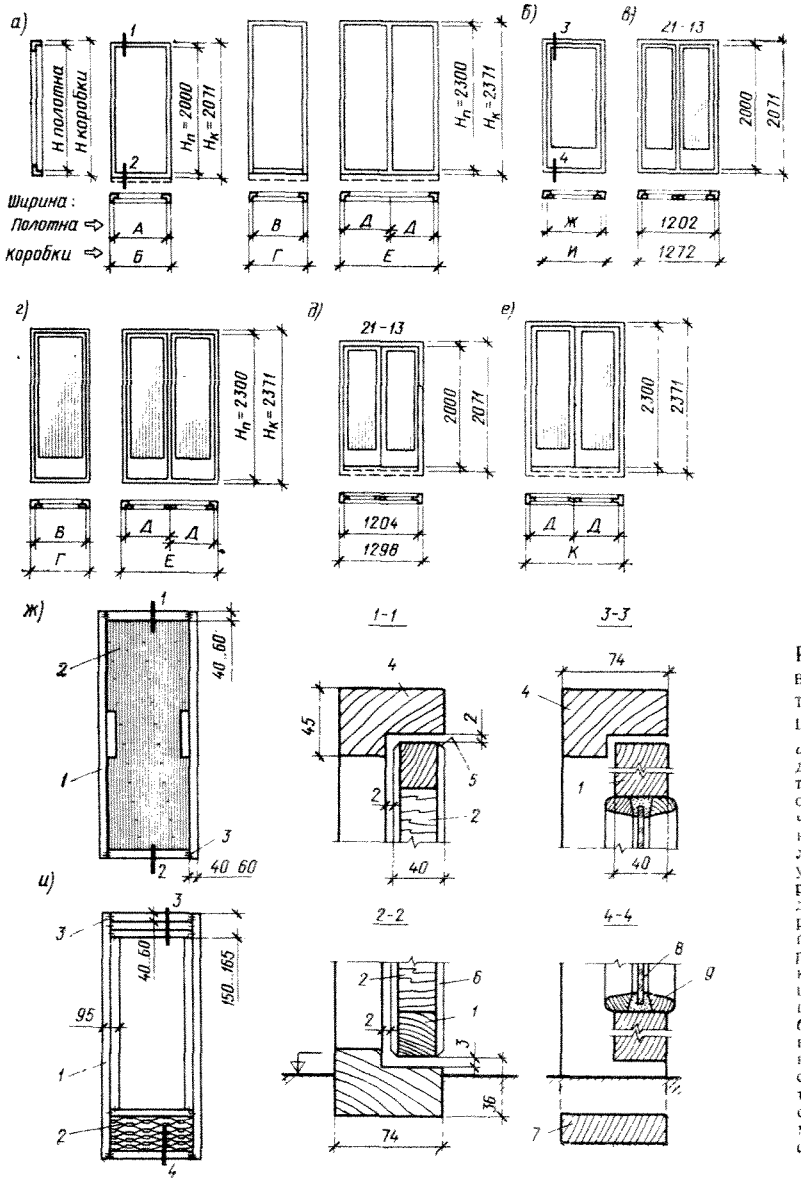


Рис. XX.3. Двери деревянные внутренние щитовые для жилых и общественных зданий:

а—е — типы и размеры дверей (*а* — глухие с притвором в четверть); *б—г* — остекленные с притвором в четверть; *д, е* — остекленные с качающимися полотнами; *в, д* — пример условного обозначения дверей (цифры над схемами дверей обозначают размеры проемов, дм); *ж* — заполнение глухого щита деревянными брусками (рейками); *и* — остекленный щит с мелкопустотным заполнением из шпона; *1* — бруски каркаса щита (обвязка, рамка); *2* — заполнение щита; *3* — стальные скрепки, шипы или шканты; *4* — коробка; *5* — фаска; *6* — облицовка; *7* — монтажная доска; *8* — стекло; *9* — штапик

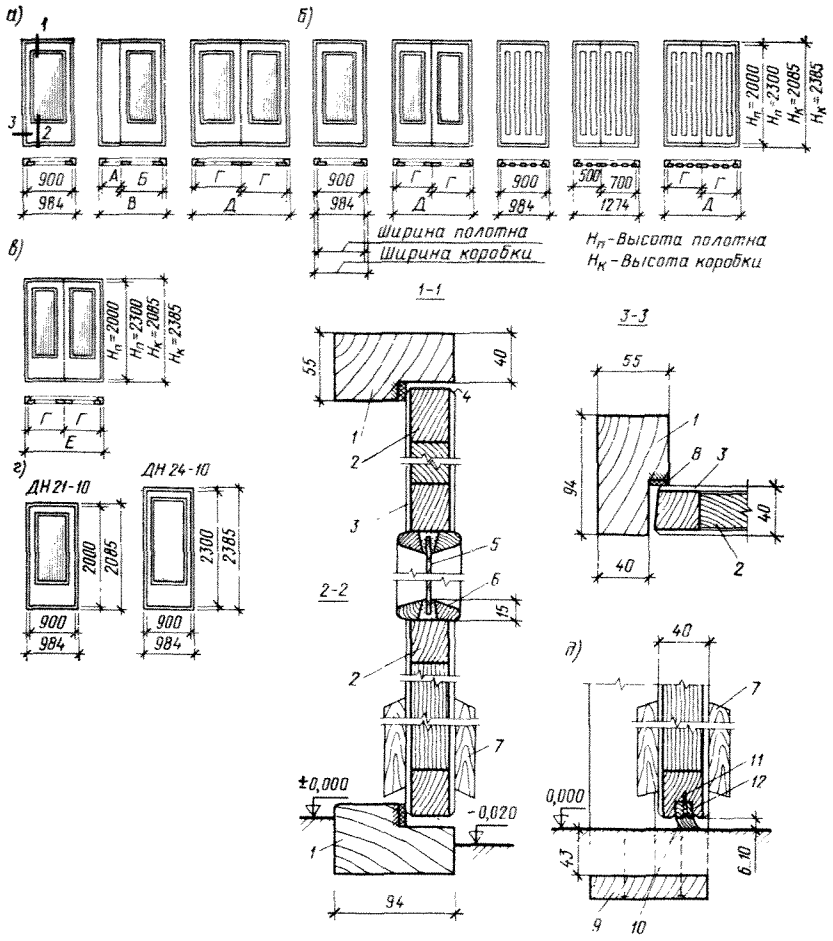


Рис. XX.4. Двери деревянные наружные для жилых и общественных зданий:

а—в — типы и размеры дверей (*а* — щитовые; *б* — рамочные; *в* — рамочные с качающимися полотнами); *г* — пример обозначения дверей (цифры над схемами дверей обозначают размеры проемов, дм); *д* — вариант без порога; *1* — коробка; *2* — щит полотна из деревянных реек; *3* — облицовка из древесно-волокнистой плиты; *4* — фаска; *5* — стекло; *6* — штапик; *7* — плинтус; *8* — уплотняющая прокладка; *9* — монтажная доска; *10* — прокладка из резины; *11* — шуруп; *12* — рейка

ленных пород применяют древесину березы, осины, ольхи, липы, тополя и других пород, не уступающих последним по стойкости к загниванию, твердости и прочности при изгибе.

Дверные коробки (устанавливаемые на стройке) в каменных, крупноблочных и панельных стенах крепят ершами или анкерами к деревянным закладным пробкам. Наиболее прочная установка коробок получается в проемах с четвертью (см. рис. XX.2, *б*). При установке коробок в перегородках их боковые элементы для большей прочности и устойчивости делают на всю высоту помещения и устанавливают в распор между полом и потолком. Пространство над дверью заполняется остекленной фрамугой или глухой перегородочной панелью. При устройстве входных дверей из нескольких створок между ними устанавливают вертикальные импосты.

Коробки устанавливают с порогом и без порога. Коробку без порога расшивают снизу монтажной доской с

креплением гвоздями вертикальных брусков. Допускается шиповое соединение монтажной доски с брускамн коробки. В общественных зданиях и в жилых домах повышенной этажности с интенсивным людским потоком порог в подъездах делают из материалов, стойких к механическим повреждениям и постоянному увлажнению (керамика, бетон, другие аналогичные материалы). Щели вокруг коробок для повышения звукоизоляции конопатят, в перегородках закрывают наличниками, а в каменных стенах заштукатуривают. Коробки собирают вязкой вшип на клею и шкантах. Для притвора дверных полотен в коробке выбирают четверть глубиной 12...15 мм и шириной, равной толщине дверного полотна. При установке в каменные стены деревянных дверных коробок последние необходимо антисептировать и изолировать от стен толь-кожей или пергамином. Деревянные дверные ко-

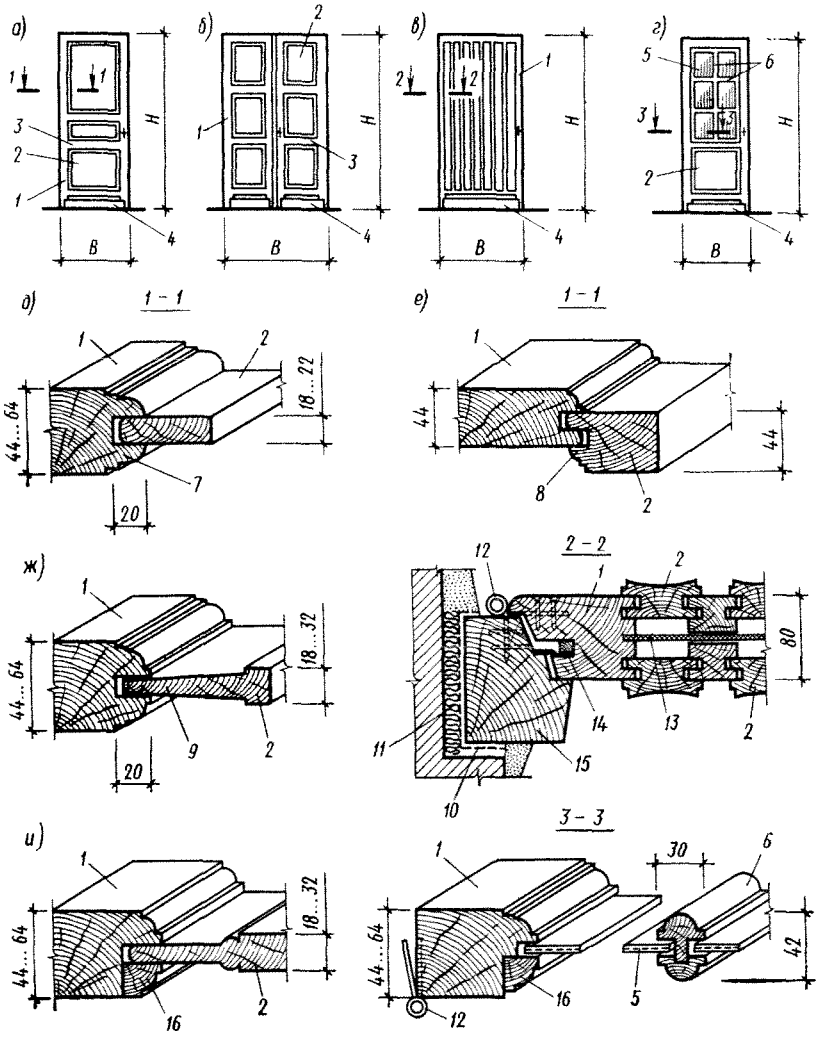


Рис. XX.5. Филенчатые двери:

а—в — глухие; *г* — с остеклением; *д—и* — установка филенок в обвязку; *1* — обвязка дверного полотна; *2* — филенка; *3* — средник; *4* — плинтус; *5* — стекло; *6* — горбылек; *7* — калевка; *8* — наплав; *9* — фигарея; *10* — толь — кожа; *11* — коиопатка; *12* — петля; *13* — звуконзоляционная прокладка; *14* — резиновый уплотнитель притвора; *15* — коробка; *16* — раскладка (штапик)

Таблица XX.1

Наименования элементов дверей	Размеры проемов, дм								
	27...1	21...8	21...9	21...10	21...12	24...10	24...12	24...15	24...19
А	600	700	800	900	1100				
Б	670	770	870	970	1170				
Ж		700	800	900					
И		770	870	970					
В						900			
Г						970	1100		
Д							1170	700	900
Е								1472	1872
К								1498	1898

робки выполняют толщиной для внутренних дверей — 74 мм; для наружных — 94 мм. Толщина дверного полотна внутренних и наружных щитовых дверей принимается 40 мм; наружных дверей рамочной конструкции и дверей рамочных с качающимися полотнами — 52 мм; специальных дверей — 50 мм (щитовые противопожарные, утепленные) и 66 мм — лазы, люки. Данные стандарты не распространяются на двери уникальных общественных зданий (вокзалы, музеи, театры и т. п.).

Дверные полотна навешивают на коробку. При ширине полотна до 0,9 м навешивают в коробку на две петли, позволяющие снимать открытое настежь дверное полотно. Полотна шириной 1,1 м навешивают на коробку на три петли. Полотна наружных входных дверей навешивают на коробки с невынимающимися стержнями или на пружинные петли (двери с качающимися полотнами); возможно устройство дверей с качающимися полотнами также и на подпятниках.

Дверные полотна для наружных и внутренних дверей жилых и общественных зданий делают из древесины щитовой, рамочной и филенчатой конструкции. **Щитовые дверные полотна** изготовляют как для внутренних, так и для наружных дверей. Щитовые полотна внутренних дверей изготовляют с мелкопустотным (решетчатым) и сплошным заполнением щита. Мелкопустотное заполнение выполняется из деревянных реек шириной не более 60 мм, полос фанеры, древесно-волокнистых и древесно-стружечных плит, шпона, бумажных сот или спиральной стружки. Облицовкой полотен для дверей повышенной влагостойкости служат сверхтвердые древесно-волокнистые плиты, атмосферостойкая фанера или фанера повышенной влагостойкости, а для дверей нормальной влагостойкости — твердые древесно-волокнистые плиты или клееная фанера. При сплошном заполнении полотен внутренних дверей древесно-стружечными плитами они облицовываются строганым шпоном или другими материалами. Торцы дверного полотна по трем сторонам могут обрамляться обкладками, вставляемыми в пазы обвязок. Щитовые полотна наружных дверей, являющихся дверьми повышенной влагостойкости, изготовляют со сплошным заполнением щита калиброванными по толщине деревянными рейками. Наружные двери устраивают с утепленным тамбуром; двери, устанавливаемые без тамбура, изготовляют с утеп-

Таблица XX.2

Наименования элементов дверей	Размеры проемов, дм		
	21...13 24...13	21...15 24...15	21...19 24...19
А	400	500	
Б	800	900	
В	1274	1474	
Г		700	900
Д		1474	1874
Е		1518	1918

ленными полотнами. В качестве утеплителя применяют древесно-волокнистые плиты толщиной 12 мм, забранные в обвязку из деревянной рейки 12×30 мм. С внутренней стороны утеплитель должен быть защищен пароизоляционным слоем.

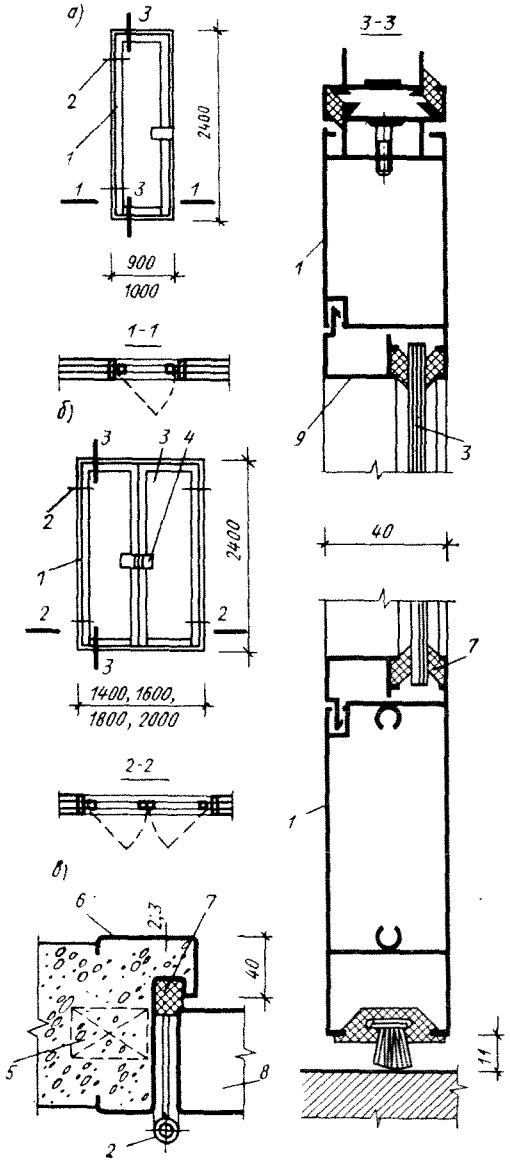


Рис. XX.6. Двери металлические и из алюминиевых профилей:

а, б — схемы стеклянных распашных дверей из алюминиевых профилей (*а* — однопольной; *б* — двупольной); *в* — металлическая дверь, установка металлической штампованной коробки в дверной проем; *1* — обвязка; *2* — петля; *3* — стекло; *4* — ручка; *5* — анкер; *6* — металлическая штампованная коробка; *7* — резиновая прокладка; *8* — дверное полотно; *9* — штапик

Двери рамочные представляют собой рамку из брусков цельного сечения либо составного из брусков, соединенных между собой на клеях повышенной влагостойкости. Применяются такие конструкции в остекленных дверях.

Филенчатые двери применяют для уникальных общественных зданий: театров, музеев, Дворцов культуры и спорта, вокзалов. Филенчатые двери состоят из обвязки, средников и филенок, т. е. щитов из склеенных отфугованных дощечек из дерева или фанеры, вставляемых в пазы обвязки (рис. XX.5). Во внутренних дверях филенки из многослойной фанеры или древесностружечной плиты вставляют в четверть обвязки и прижимают штапиками-раскладками. Наиболее часто филенчатую конструкцию применяют при решении парадных входных дверей, которые выполняют с массивной обвязкой, чаще всего из дуба и других твердых и малогниющих древесных пород. Филенки устраивают с наплавами одинарные или двойные, с дополнительной звукоизоляционной прокладкой.

Стеклянные двери без обвязок устраивают из закаленного стекла толщиной 10...15 мм чаще всего с качающимися полотнами на подпятниках. В стекле для крепления к нему при помощи болтов металлических деталей (ручек, планок, подпятников), предусматривают отверстия, просверленные до его закалки. Во избежание разрушения стекла металлическими деталями предусматривают резиновые прокладки. На крупноразмерных стеклах больших стеклянных дверей наносят краской, матированием или другими способами отметки, что способствует предупреждению боя стекол и травм. **Стеклянные двери с обвязкой** из алюминиевых сплавов применяют в качестве наружных и внутренних стандартных конструкций в общественных зданиях. Такие двери не применяют в ка-

честве балконных и дверей специального использования (противопожарных, дымозащитных, повышенной звуко- и теплоизоляции). На рис. XX.6 изображены стеклянные двери, полотна которых обрамляются обвязкой (каркасом) из одинарных коробчатых профилей из алюминиевых сплавов. Для остекления применяют стекло толщиной от 5 до 6,5 мм. Притворы, а также места установки стекла или глухого заполнения дверей уплотняют прокладками из резины, так как к данным конструкциям предъявляются повышенные требования из-за постоянных динамических нагрузок.

Металлические двери рамочной (или филенчатой) конструкции имеют заполнение между рамкой в виде гладких или рифленых металлических листов. Металлические двери бескаркасной конструкции изготовляют из алюминиевых сплавов или стальных листов штампованными двойными, полыми внутри; пустоты заполняют минераловатными плитами на синтетическом связующем. Коробки металлических дверей выполняют из штампованных или прокатных профилей. Дверные коробки крепят анкерами, закладываемыми в тело стены (рис. XX.6, *в*). Зазор между стеной и коробкой зачеканивают цементным или известково-гипсовым раствором. Металлические двери применяют в качестве наружных и внутренних конструкций в помещениях с большим движением людей и частом переносе через двери крупногабаритных предметов.

XX.3. Применение стандартных изделий в массовом строительстве

В массовом строительстве жилых и общественных зданий, а также для помещений предприятий различных отраслей народного хозяйства применяют стандартные конструкции деревянных распашных дверей, которые изготовляются на заводе с учетом существующих ГОСТов на двери деревянные внутренние и наружные для жилых и общественных зданий. Данные стандарты не распространяются на двери уникальных общественных зданий. В практике строительства применяют три типа стандартных внутренних деревянных щитовых дверей: с глухими полотнами с притвором в четверть; с остекленными полотнами с притвором в четверть; с остекленными качающимися полотнами. Двери с глухими и остекленными полотнами изготовляют правыми и левыми, с порогом и без него, однопольными и двупольными. Щитовые двери наиболее гигиеничны в эксплуатации и экономичны в расходовании древесины, по использованию отходов и уменьшению трудовых затрат. Конструкции внутренних деревянных щитовых дверей описаны выше.

Наружные двери изготовляют стандартными трех типов: входные и тамбурные; служебные; люки и лазы. Входные и тамбурные двери выпускают со щитовыми и рамочными полотнами. Рамочные полотна могут быть качающимися. Изготовляют также стандартными служебные двери, люки и лазы со щитовыми полотнами, имеющими сплошное заполнение калиброванными по толщине деревянными рейками. Двери входные, тамбурные и служебные бывают однопольными и двупольными, с остекленными и глухими полотнами; с порогом и без порога. Конструкции наружных деревянных дверей описаны выше.

ГОСТами предусмотрены типоразмеры дверей, их форма и конструкции, изменять которые ни архитекторы, ни строители не имеют права. ГОСТами разрешены к применению двери с определенными размерами. Оговорены возможные, допускаемые высоты коробок и полотен дверей, а также проемов в стене, которые назначаются до уровня чистого пола; предусмотрена возможная, допустимая ширина коробок и полотен дверей и ширина проемов в стенах (рис. XX.7, *а*, *1—1*). В зависимости от высоты помещений ГОСТ предусматривает для наружных и внутренних дверей только

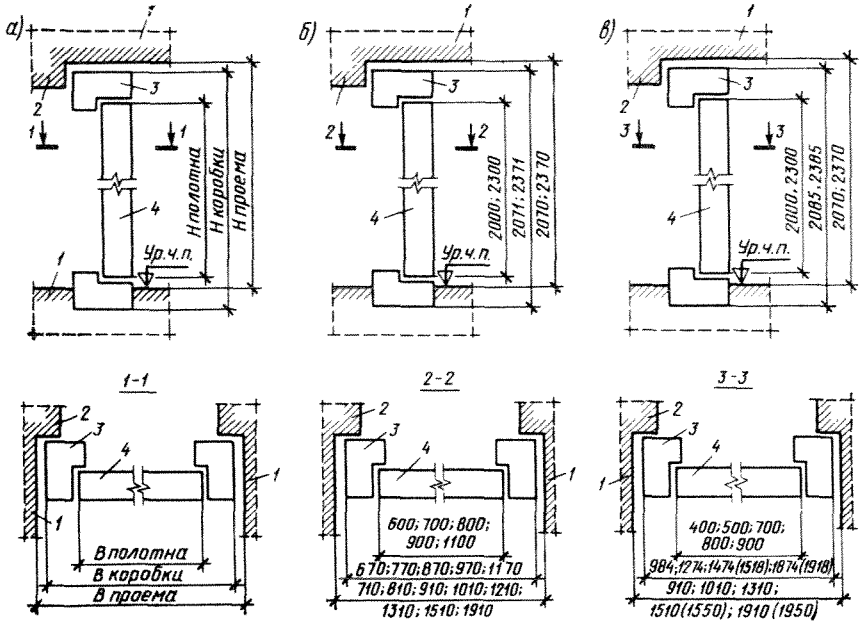


Рис. XX.7. Обозначения размеров деревянных наружных и внутренних дверей жилых и общественных зданий (ГОСТ 6629—74 и 24698—81):

а — условные обозначения размеров дверей по ГОСТам; *б* — размеры проемов, коробок и полотен внутренних деревянных дверей; *в* — размеры проемов, коробок и полотен наружных деревянных дверей (размеры в скобках указаны для качающихся дверей); *1* — стена; *2* — четверть; *3* — коробка; *4* — полотно

две высоты проемов в стенах: 2070 и 2370 мм (рис. XX.7, *б, в*); следовательно, ограниченное количество размеров по высоте дверных коробок и полотен. Так, ГОСТом предусмотрены две высоты дверных коробок для внутренних дверей (2071 и 2371 мм) и две высоты дверных коробок для наружных дверей (2085 и 2385 мм). Дверные полотна по ГОСТу по высоте для наружных и внутренних дверей также имеют только два размера: 2000 и 2300 мм. Ширина дверей в отличие от их высоты предусмотрена ГОСТом в значительно более широких пределах (см. табл. XX.1, XX.2).

Применение стандартных конструкций наружных и внутренних дверей для жилых и общественных зданий в значительной степени облегчает как процесс проектирования, так и возведение зданий (уменьшение трудозатрат и сроков возведения зданий).

XX.4. Ворота

Ворота классифицируют по следующим основным признакам. По назначению ворота подразделяются: на ворота для безрельсового транспорта; для подвижного состава железнодорожного транспорта узкой и нормальной колеи; для животноводческих и птицеводческих зданий и для специальных видов производств (самолетостроение, судостроение, тяжелое электромашиностроение). Размеры ворот унифицированы. Высота ворот для безрельсового транспорта должна превышать высоту транспортных средств не менее чем на 200 мм; ширина ворот — наибольшую ширину транспорта — не менее чем на 600 мм. Типовые габаритные размеры проемов ворот, принимаемые в промышленном и сельскохозяйственном строительстве в зависимости от назначения, следующие (ширина×высота): для

проезда автокар — 2×2,4 м; для проезда автотранспорта, автопогрузчиков и подвижного состава узкой колеи — 3×3; 3,6×3,6; 4,2×4,2; для проезда железнодорожного транспорта нормальной колеи — 4,9×5,4 м, для животноводческих и птицеводческих зданий — 3×3; 3×2,7; 2,4×2,7 и 2,4×2,4 м. Данные размеры проемов ворот не распространяются на специальные виды производств (самолетостроение, судостроение и т. п.), в которых конструкции ворот представляют собой сложные инженерные сооружения.

По количеству полотен (створок) ворота подразделяют на одно- и двустворные и ворота многостворные (рис. XX.8 и XX.9). По направлению и способам открывания створок ворота подразделяют на распашные (створные), раздвижные (откатные) и подъемные. **Распашные ворота** имеют про-

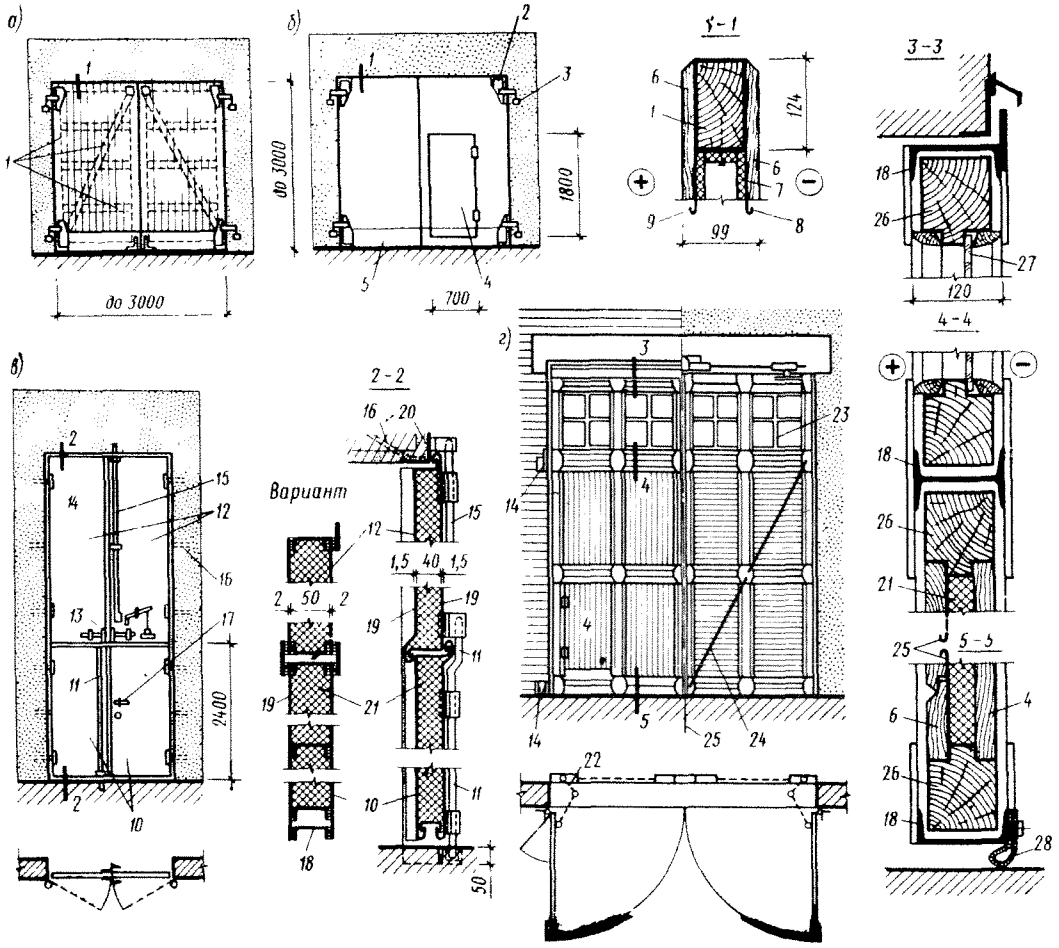


Рис. XX.8. Ворота распашные (двустворные):

а — деревянные глухие; *б* — то же, с калиткой; *в* — из стального листа, окрашенного эмалью; *г* — деревянно-металлические; *1* — каркас из деревянных брусков; *2* — стальные накладки; *3* — стальные навесы; *4* — калитка; *5* — тонколистовая оцинкованная сталь; *6* — дощатая обшивка; *7* — древесно-волокнистая плита; *8* — ветровая бумага; *9* — пароизоляция (пергамин); *10* — нижняя створка полотна; *11* — штанга двустороннего шпингалета; *12* — верхняя створка полотна; *13* — засов, соединяющий низы верхних створок; *14* — навеска; *15* — шпингалет верхних створок; *16* — анкеры; *17* — ручка и щеколда; *18* — каркас из стальных прокатных профилей; *19* — облицовка из стального листа; *20* — коробка; *21* — минераловатные плиты; *22* — механизм открывания с дистанционным приводом; *23* — глухая фрамуга; *24* — диагональная тяга из круглой или полосовой стали; *25* — ось симметрии; *26* — деревянная обвязка филенки заполнения; *27* — армированное стекло; *28* — уплотнитель притвора

стые конструкции и наиболее широкое распространение. Они имеют лучшую герметичность притвора по сравнению с другими типами ворот. Их недостатками, при больших размерах створок, являются большой вес, медленное открывание и возможные перекосы полотен. Размеры двупольных распашных ворот обычно принимают не более 4,7 м по ширине. Тяжелые железнодорожные ворота открываются при помощи специальных механизмов с приводом от электродвигателя. Иногда ворота выполняют разрезанными по горизонтали с верхними полотнами, открывающимися только при провозе особо высоких элементов (рис. XX.8, *г*).

Раздвижные (откатные) ворота (рис. XX.9, *а—в*) применяют при необходимости большой скорости открывания, больших размерах проемов и невозможности обеспечения места для открывания распашных створок. При особо крупных размерах ворот специального назначения створки выполняют разрезанными по вертикали и открывающимися друг за другом в хранилище — кассету по одной направляющей или параллельно друг друг по собственным направляющим. Последний вариант позволяет уменьшить габариты места хранения открытых створок ворот. Створки ворот выполняют с верхней навеской, т. е. с роликами, опирающимися на рельс, расположенный над проемом; если створки больших размеров—с несущими роликами внизу полотен. Откатные ворота имеют невысокую герметичность притвора.

Подъемные ворота (рис. XX.9, *г—к*)

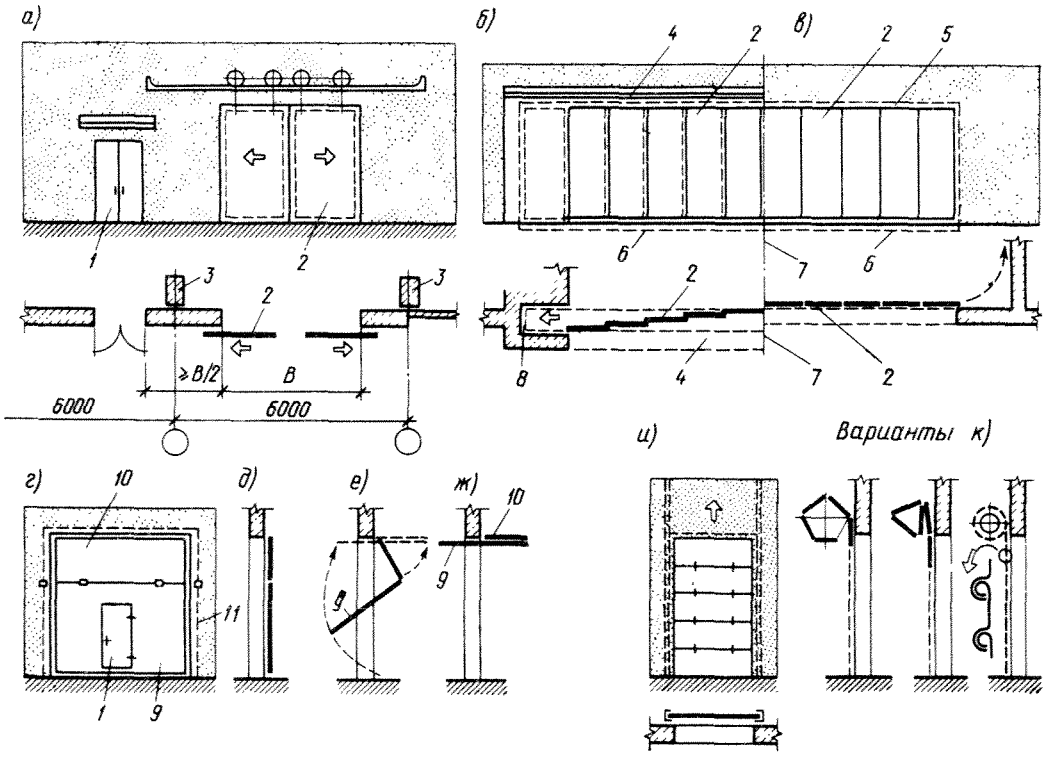


Рис. XX.9. Ворота:

а — откатные; *б* — многостворные откатные (вариант многопутный); *в* — то же (вариант однопутный); *г—ж* — складчатые подъемно-поворотной конструкции с гидравлической системой открывания (*г* — общий вид; *д—ж* разрезы; *д* — в закрытом состоянии; *е* — в процессе открывания; *ж* — в открытом виде); *и* — подъемные ворота; *к* — шторные; *1* — калитка; *2* — створка; *3* — колонна; *4* — козырек; *5* — верхняя направляющая; *6* — рельсы; *7* — ось симметрии; *8* — пружинный буфер с резиновым упором; *9* — нижняя створка полотна; *10* — верхняя створка полотна; *11* — гидравлический прибор

занимают минимальную площадь при открывании, но их устройство значительно сложнее по конструкциям и механическим приспособлениям для открывания. **Шторные ворота** состоят из узких горизонтальных профилированных стальных планок, соединенных в замок. По наличию остекления ворота подразделяются на частично остекленные и глухие. По материалам ворота подразделяются на цельнодеревянные (небольшие по размерам ворота), металлодеревянные, металлические (из стальных штампованных листов или из стальных листов в сочетании с прокатными или штампованными профилями) и из алюминия. По конструкции ворота подразделяют на ворота каркасной конструкции, бескаркасной и ворота шторные. В воротах каркасной конструкции каркас выполняют из деревянных брусков — при небольших размерах ворот, из стальных прокатных профилей — швеллеров, двутавров, из профилей замкнутых сварных квадратного или прямоугольного сечения, а также — из штампованных профилей. Деревянный каркас полотен обшивается с двух сторон досками, соединенными между собой по кромке в четверть или паз и гребень. Между досками располагаются утеплитель, пароизоляционный (со стороны помещения) и ветровой слои. Металлический каркас полотен заполняется филенками из оргстекла, бумажного пластика или щитами из двух слоев досок или листовой стали с утеплителем между ними. В качестве утеплителя применяют минераловатный войлок, пенопласт, минераловатные или древесно-волокнистые плиты. Ворота бескаркасной, наиболее эффективной, конструкции состоят из гнутых или штампованных двойных, полых внутри стальных листов, соединенных фальцами и точечной сваркой с заполнением пустот между листами утеплителем — пенопластом или минераловатными плитами.

Ворота подразделяют на глухие и с калиткой. Калитка устраивается в распашных воротах и в подъемных, в случае если полотна ворот поднимаются целиком. Распашные ворота состоят из левого и правого полотен. Открывание ворот и калиток должно быть наружу. Для сохранения цельности системы каркаса ворот, проем калитки выполняют с высоким порогом, являющимся обвязкой полотна. Калитки устраивают в воротах, если они имеют ручное открывание и для прохода небольшого количества работающих.

Полотна ворот навешивают при помощи накладок и навесов (небольших размеров полотна) или — на мощных петлях, снабженных шарикоподшипниками и приваренных к закладным деталям в стенах или к коробке из уголков 150×100×10 мм. Полотна больших размеров устраивают на подпятниках и иногда оборудуют регулируемыми роликами, поддерживающими конец створок при открывании. Для лучшего движения ролика на уровне поверхности пола укладывают направляющий рельс в виде стальной полосы. Герметичность притвора обеспечивается при помощи навешиваемых по краям полотен полос толстой резины, обрезков шланга или пожарного рукава. Однако не всегда этих мероприятий бывает достаточно. Для защиты работающих от воздействия наружного воздуха, устраивают воздушные завесы с подачей теплого воздуха снизу или с боков проема. Завесы применяют также для ворот, открываемых чаще пяти раз в смену или не менее чем на 40 мин, а также при невозможности устройства тамбура в отапливаемых зданиях, возводимых в районах с расчетной зимней температурой ниже 15 °С. Для экономии теплоты включение тепловой завесы блокируют с открывающим ворота механизмом. Более экономичен в эксплуатации такой прием защиты внутреннего пространства от охлаждения, как устройство тамбуров, глубина которых делается на 0,6 ... 1,0 м больше длины проезжающего траиспорта плюс ширина створок ворот. Недостатком такого устройства является значительное ме-

сто, занимаемое тамбурами, и большой строительный объем.

Ворота поставляются на стройку комплектом, в который входят рама ворот, полотна и все другие необходимые для оборудования ворот конструкции и механизмы. Большие полотна, кроме того, оборудуются электромеханическими открывающими и закрывающими устройствами с кнопочным управлением изнутри помещения. Подъемные ворота оборудуются тормозами, удерживающими полотно в любом положении и автоматически срабатывающими при включении электротока. Снаружи у ворот устраивают пандус с уклоном не более 1 : 10. Для уменьшения количества типоразмеров конструктивных элементов здания ворота рационально размещать или в пределах остекленных проемов, или ближе к краю шага между колоннами. Небольшие нетиповые участки панельных или блочных стен в местах размещения ворот заполняют кирпичной кладкой.

XXI Глава. Перегородки

XXI.1 Требования к перегородкам, их виды

Перегородки являются самонесущей ограждающей конструкцией. Они должны иметь минимальную толщину и массу и вместе с тем обладать прочностью, жесткостью и устойчивостью, возводиться индустриальными методами при низкой стоимости. В зависимости от условий эксплуатации к ним предъявляют требования звукоизоляции, гвоздимости, водостойкости, паро- и газонепроницаемости.

Индустриальные перегородки бывают панельной, каркасной и каркасно-панельной конструкции. Панельные наименее трудоемки.

По звукоизоляционным свойствам различают акустически однородные и акустически неоднородные перегородки. *Акустически однородные* перегородки выполняют из одного материала (различного рода бетоны, кирпич, естественные камни). Требуемая звукоизоляция в этих перегородках достигается путем увеличения массы, что ведет к увеличению толщины перегородок и создает большую нагрузку на перекрытие. Перегородки *акустически неоднородные* имеют слоистую конструкцию из нескольких материалов с различными плотностями (в том числе и воздушные прослойки). Их выполняют в основном каркасными. Акустически неоднородные перегородки более многодельны в изготовлении, чем однородные, но легче и позволяют добиться требуемой звукоизоляции без увеличения ее массы.

Обычно перегородки устраивают на всю высоту помещения для полной изоляции внутренних пространств друг от друга. Но иногда устанавливают перегородки — *ширмы*, которые выгораживают часть площади помещения. В промышленном строительстве первые получили название *разделительных* перегородок, а вторые — *выгораживающих*.

Для освещения помещений «вторым» светом, а также для обеспечения зрительной связи между разделяемыми помещениями в конструкции перегородок используют многие виды листового стекла, стеклопакеты, стеклоблоки и стеклопрофилит.

По условиям эксплуатации перегородки классифицируют на стационарные, сборно-разборные и трансформируемые.

XXI.2. Стационарные перегородки

Стационарные перегородки устанавливают на весь срок эксплуатации здания. В одноэтажных зданиях их опирают на подстилающий слой пола или на балки (фундаментные, балки перекрытия над подпольем), а в многоэтажных — на несущие конструкции перекрытий. Устойчивость пе-

регородок обеспечивают их креплением к стенам и перекрытиям. Швы в местах примыкания перегородок к стенам и потолку тщательно конопатят и затем зачеканивают растворами на основе цемента и гипса, мастикой или закрывают нащельниками. Шов при примыкании пола к перегородке перекрывают плинтусом.

Стационарные перегородки возводят панельной, каркасной, каркасно-панельной конструкции и из мелких элементов, масса которых не превышает 40 кг (кирпич, блоки, плиты).

Панельные перегородки для жилых зданий из тяжелого или легкого бетонов толщиной 60...70 мм, из гипсобетона — 80 мм изготовляют размерами целиком на комнату с уже вмонтированными дверями или без них (рис. XXI.1) Межквартирные перегородки с целью повышения звукоизоляции проектируют из двух межкомнатных с воздушным зазором между ними не менее 40 мм.

Перегородки возводят также из узких панелей высотой на этаж и шириной 0,6...1,2 м, которые изготовляют из гипсобетона, фибролита, ячеистых бетонов и из небетонных материалов. Для промышленных, сельскохозяйственных, торгово-бытовых и других производственных зданий применяют асбестоцементные экструзионные панели толщиной 60, 120 и 140 мм, шириной 0,3 и 0,6 м, а длиной от 3,3 м до 6 м (рис. XXI.2). Они имеют высокую степень заводской готовности и монтируют их без кранов, устанавливая вертикально или горизонтально.

Каркасные перегородки собирают на месте их установки из отдельных элементов. Каркас из деревянных брусков, асбестоцементных, стальных или алюминиевых профилей коробчатого, швеллерного или двутаврового сечений обшивают сухой штукатуркой, древесно-волокнистыми, асбестоцементными, профилированными стальными или алюминиевыми листами, полимерными материалами и др. Между обшивками размещают звукоизоляционные материалы (рис. XXI.3).

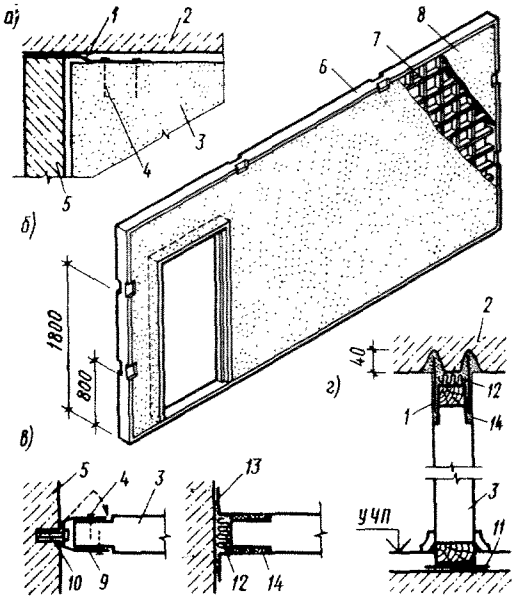


Рис. XXI.1. Крупнопанельные гипсобетонные перегородки:

а — крепление верхних углов перегородки к стенам (перегородкам); *б* — общий вид гипсобетонной перегородки; *в* — крепление боковых сторон перегородки к стенам (перегородкам); *г* — крепление перегородки к перекрытию; *1* — металлический анкер — 4×25; *2* — железобетонные плиты перекрытия; *3* — гипсобетонная перегородка; *4* — гвоздь; *5* — стена (перегородка); *6* — деревянная обвязка; *7* — деревянный реечный каркас; *8* — гипсошлакобетон; *9* — металлическая скоба — 4×25; *10* — болт ⌀ 20; *11* — толь по выравненной гипсовым раствором поверхности перекрытия; *12* — конопатка паклей, смоченной гипсовым раствором; *13* — склейка тканью серпянкой шириной 100 мм; *14* — затирка раствором

Монтаж перегородок начинают с направляющих, которые крепят к конструкциям перекрытий дюбелями, а в зданиях с деревянными конструкциями — гвоздями. Стойки закрепляют к нижней и верхней направляющим. При возведении перегородки из несгораемых материалов в ней размещают скрытую электропроводку, для чего в стойках предусматривают отверстия.

Каркасно-панельные перегородки проектируют при наличии панелей с недостаточной жесткостью и при разделении крупных помещений с большой высотой. Стойки каркаса обеспечивают перегородке устойчивость. Наиболее часто этот вид перегородок встречается в производственных зданиях для возведения разделительных перегородок (рис. XXI.4). Нижняя часть

перегородок — самонесущая, а верхняя — навесная. Перегородочные панели прислоняют к колоннам несущего остова здания или к фахверковым колоннам (железобетонным или металлическим). Фахверк проектируется специально для перегородки на своих фундаментах. Панели размером 6×1,8 и 6×2,40 м из легкого, тяжелого или ячеистого бетонов опирают на обрезы фундаментов колонн, а из фибролита и гипсобетона — на фундаментные балки. Крепление панелей к колоннам осуществляют гибкими соединительными деталями, допускающими осадку элементов перегородки. Самонесущая часть продольных перегородок возводится до низа подкрановых балок, а поперечных — на 1,2 м ниже стропильных конструкций. Навесная часть перегородки выполняется из фибролитовых плит или асбестоцементных волнистых листов подобно обшивным стенам. Листы навешивают на стальной каркас, прикрепляемый к фахверковым колоннам и к конструкциям покрытия.

Перегородки из мелкосборных элементов характеризуются большой трудоемкостью возведения и их применяют в исключительных случаях, обоснованных технико-экономическими расчетами: при отсутствии индустриальной базы и наличии местных дешевых

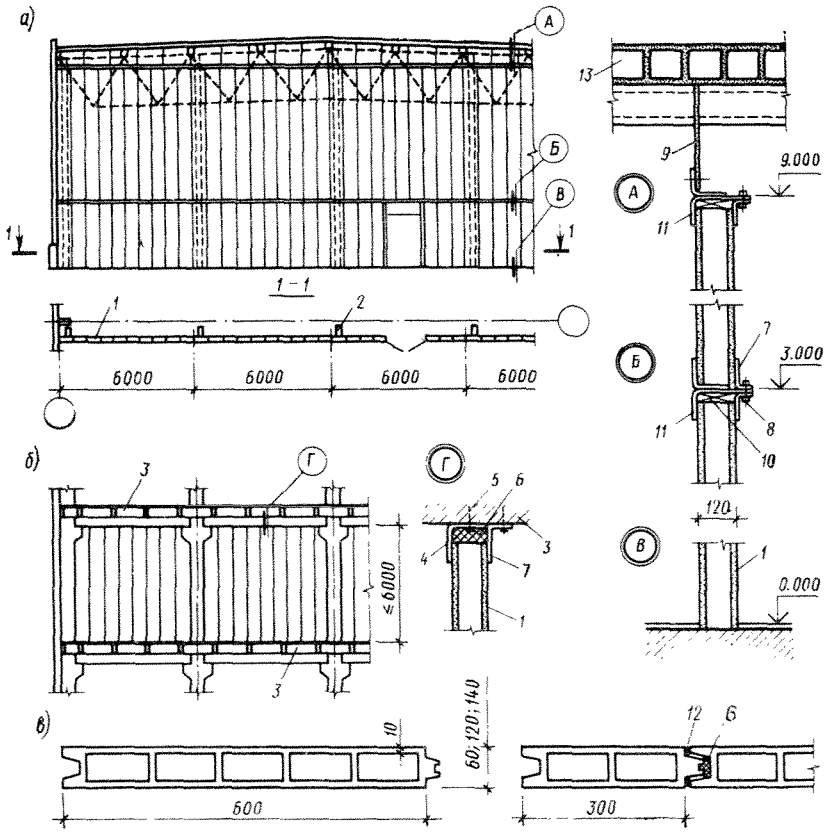


Рис. XXI.2. Перегородки из асбестоцементных экструзионных панелей:

а — для одноэтажных промышленных зданий; *б* — для многоэтажных; *в* — горизонтальное сечение элементов перегородок и вертикальный стык между ними; *1* — асбестоцементные экструзионные панели; *2* — фахверковые колонны; *3* — междуэтажное перекрытие; *4* — опорный уголок; *5* — дюбель; *6* — уплотняющие эластичные прокладки; *7* — соединительный уголок; *8* — болт; *9* — асбестоцемеитный плоский лист; *10* — прокладки асбестоцементные; *11* — стальной ригель; *12* — расшивка вертикального стыка или сплошная затирка полимерцементным раствором или мастикой; *13* — покрытие из экструзионных панелей

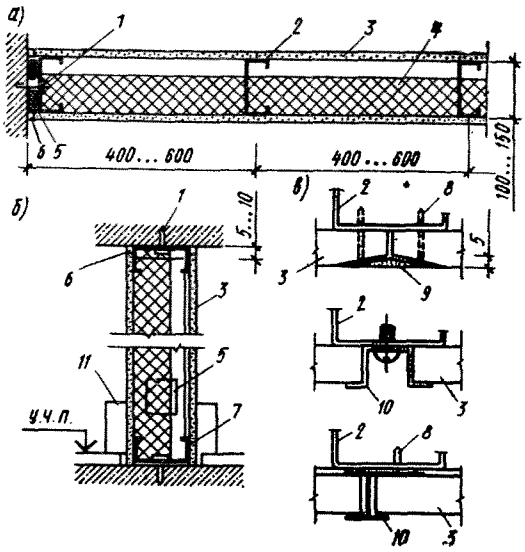


Рис. XXI.3. Каркасная перегородка:

а — горизонтальное сечение по перегородке; *б* — вертикальное сечение по перегородке; *в* — крепление обшивок перегородки к стойкам каркаса и разделка стыков; *1* — дюбель через 300 . . . 600 мм; *2* — стойка каркаса из кровельной оцинкованной стали; *3* — сухая гипсовая штукатурка (возможна сухая гипсовая штукатурка с декоративной лицевой поверхностью); *4* — звукоизоляционный материал; *5* — уплотнитель; *6* — зачеканка мастикой; *7* — горизонтальные направляющие; *8* — шурупы с шагом 750 мм; *9* — шпаклевка по перфорированной бумажной клеящей ленте; *10* — нащельник; *11* — плинтус

строительных материалов; в случае нетипового объекта; при разделении помещений сложной формы (театры, Дворцы культуры и др.); при необходимости устройства в перегородках большого количества отверстий для пропуска сетей инженерного оборудования. Кирпичные перегородки могут иметь толщину 65 мм (межкомнатные), 120 мм (межквартирные) и 250 мм. Перегородку толщиной в четверть кирпича армируют полосовой сталью 1,5×2,5 мм, которую укладывают в горизонтальные швы через три ряда кирпича или в горизонтальные и вертикальные швы через 525 мм. Выпуски арматуры прикрепляют к стенам дюбелями. Устойчивость перегородок толщиной 120 мм и 250 мм осуществляется устройством кирпичных пилястр или установкой металлических фахверковых колонн через каждые 3 ... 6 м. Кроме того, в перегородках толщиной 120 мм предусматривают горизонтальные стальные пояса с подвижным по вертикали креплением к колоннам. Расстояние между поясами не должно быть более 3 м.

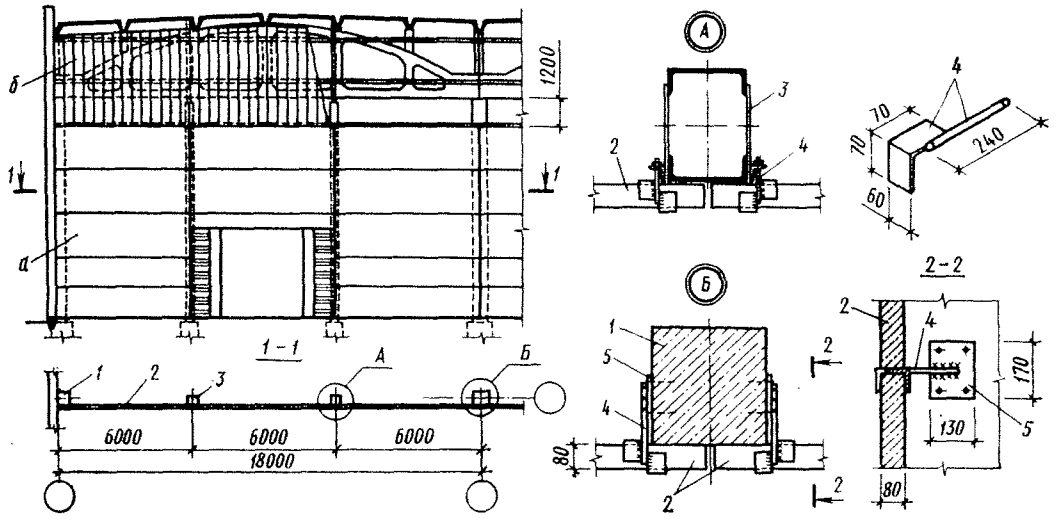


Рис. XXI.4. Каркасно-панельные перегородки одноэтажных промышленных зданий (разделительные):

а — самонесущая часть перегородки; *б* — навесная часть перегородки; *1* — колонна несущего остова; *2* — панели перегородки; *3* — фахверковая колонна; *4* — крепежная деталь; *5* — металлический лист, прикрепленный к колонне дюбелями (или закладная деталь)

Перегородки из гипсошлакобетонных плит, пенобетонных и гипсокамышитовых, а также из керамических блоков, шлакобетонных и других выкладывают с обязательной перевязкой швов. Их устойчивость обеспечивают теми же приемами, как и в кирпичных перегородках (увеличение сечения перегородок, устройство пилястр, введение фахверка). В жилых зданиях толщина межкомнатных перегородок принимается 80...100 мм, а межквартирных — 150...290 мм и зависит от размеров применяемых материалов.

XXI.3. Сборно-разборные перегородки

Индустриальные сборно-разборные перегородки предназначают для зданий, требующих частой перепланировки помещений. Их можно многократно монтировать и демонтировать, вручную или с использованием средств малой механизации. Монтаж производят без мокрых процессов, не нарушая целостности пола, стен, потолков помещений и режима эксплуатации зданий. Их конструкция может быть панельной, каркасной и каркасно-панельной. От стационарных перегородок они отличаются крепежными элементами (рис. XXI.2, XXI.3, XXI.5).

В сборно-разборной конструкции, как правило, выполняют перегородки-ширмы гражданских зданий (в конторах, банках) и выгораживающие перегородки промышленных зданий. Выгораживающие перегородки высотой 1,8...3,6 м состоят из металлических стоек и щитов. Нижнюю часть щитов обшивают профилированными стальными или асбестоцементными листами, а верхнюю заполняют стеклом или металлической сеткой. Номинальная ширина щитов 1,5...6,0 м. Стойки крепят к подстилающему бетонному слою пола самозаанкеривающими болтами. Щиты навешивают на стойки или устанавливают на пол и прикрепляют к нему также самозаанкеривающими болтами. Между собой и со стойками щиты сбалчиваются.

Для перегородок-ширм могут быть применены столярные щиты и изделия из полимерных материалов.

XXI.4. Трансформируемые перегородки

Трансформируемые перегородки предназначают для временного разделения помещений. Они имеют обыч-

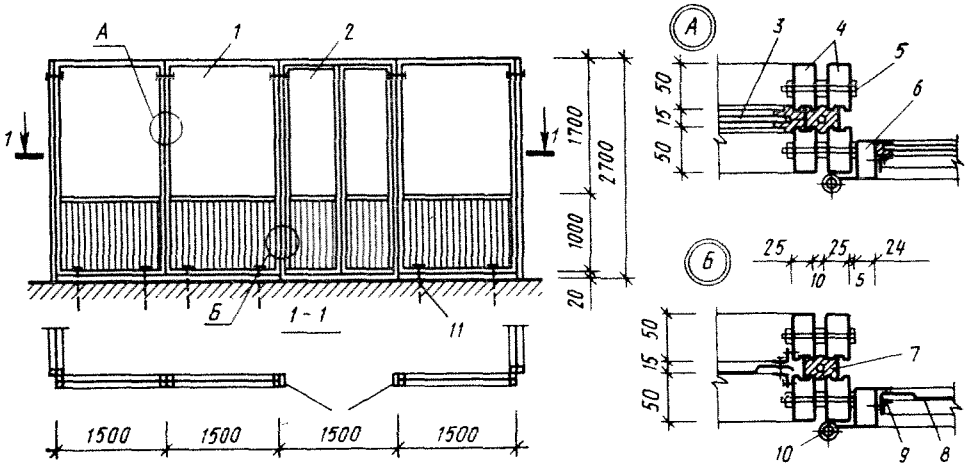


Рис. XXI.5. Выгораживающая консольная щитовая перегородка:

1 — щит; *2* — дверное полотно; *3* — стекло; *4* — обвязка щита; *5* — стяжной болт М6; *6* — обвязка полотна двери из 2 гнутых ∠40×40×2,5 мм; *7* — резиновый уплотнитель; *8* — стальной профилированный лист; *9* — гнутый уголок 18×18×1,5 мм; *10* — петля Ф18; *11* — самозаанкеривающийся болт

но каркасную конструкцию. Легкие перегородки подвешивают к потолку или стенкам-балкам (рис. XXI.6). Перегородки с большой массой опирают на пол (рис. XXI.7). Движение перегородок осуществляется по направляющим посредством роликов. Конструктивный тип трансформируемых перегородок зависит от их назначения, условий эксплуатации, строительных материалов (рис. XXI.8).

Прямораздвижные и откатные перегородки могут закрывать проемы любых размеров. Перегородка двигается целиком или отдельными панелями вдоль своей плоскости. Перегородки с шириной до 6...9 м и высотой до 3...4 м выполняют из столярных сплошных или каркасных полотен. Прямораздвижные и откатные перегородки больших размеров (в спортивных, зрелищных залах и других помещениях) выполняют со стальным или алюминиевым каркасом, который в зависимости от величины перегородки и воспринимаемых нагрузок может решаться и в виде пространственной решетки.

Подъемные перегородки наибольшее применение находят в качестве противопожарных занавесов в театрах. Со стороны возможного возникновения пожара их обшивают по стальному каркасу профилированными стальными листами и оштукатуривают цементным или гипсовым раствором с наполнителями асбеста и вспученного вермикулита. Подъемные перегородки опускаются и поднимаются с помощью системы блоков и противовесов (подобно лифтам) автоматически при возникновении опасности пожара.

Шарнирно-складывающиеся перегородки, если они собираются из узких щитков (шириной не более 160 мм), выполняемых из столярной плиты, не должны превышать 2,7 м как по высоте, так и по ширине. Их всегда подвешивают. Перегородки больших размеров выполняют из створок каркасной конструкции и опирают на пол (см. рис. XXI.7). Как правило, шарнирно-

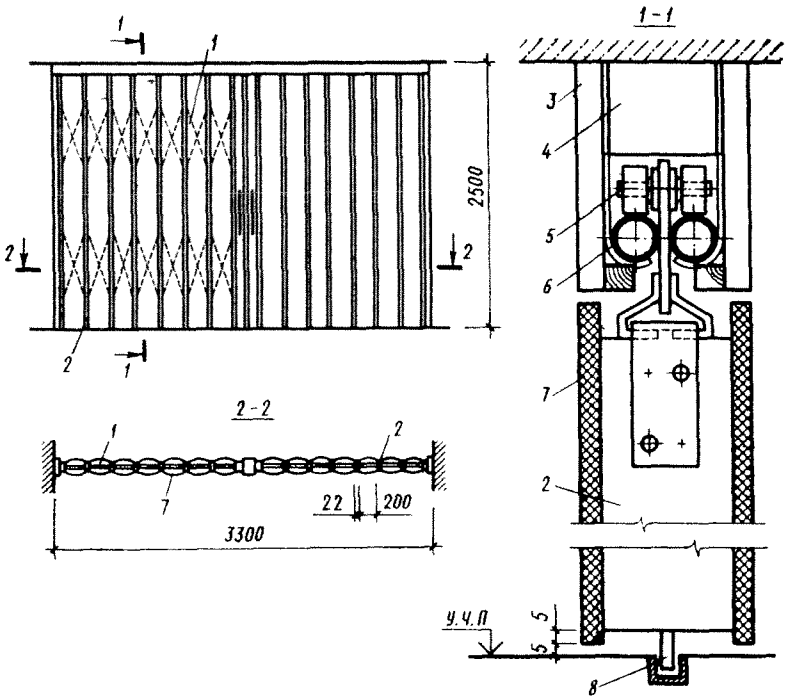


Рис. XXI.6. Гармончатая мягкая перегородка, подвешенная:

1 — синхронные ножницы; *2* — каркас перегородки; *3* — декоративный наличник; *4* — горизонтальный направляющий брусок; *5* — роликовая тележка; *6* — направляющая; *7* — искусственная кожа; *8* — направляющий элемент

складывающиеся перегородки достаточно звукопроницаемы, поскольку полностью герметизировать швы соединения створок не удается.

Гармончатые мягкие перегородки предназначают для проемов высотой не более 3,1 м. Они имеют деревянный или металлический каркас, обшитый искусственной кожей со звукоизолирующим слоем в виде стеганого одеяла из поролона, ваты, повинола (рис. XXI.6).

Гармончатые жесткие перегородки устраивают одинарными и двойными. Последние имеют лучшие звукоизоляционные свойства. Перегородки выполняют из деревянных столярных, фанерных или древесно-стружечных щитов-створок высотой 2...3,1 м и шириной 250...600 мм. Щиты соединяют сплошными рояльными петлями, тесьмой или полосками искусственной кожи. Во избежание перекосов ширина одинарной перегородки ограничивается 1,8...2,5 м, а двойной 6...8 м. Перегородки из щитов-створок с металлическим каркасом, обшитым металлическими листами, могут иметь бóльшие размеры.

Перегородки с применением стекла. Поскольку стекло характеризуется низкой огнестойкостью, не разрешается устраивать стеклянные перегородки в помещениях, расположенных на путях эвакуации, а также в производственных зданиях с производствами категорий *А*, *Б* и *Е*.

Стекло применимо и в стационарных перегородках, и в сборно-разборных, и в трансформируемых (раздвиж-

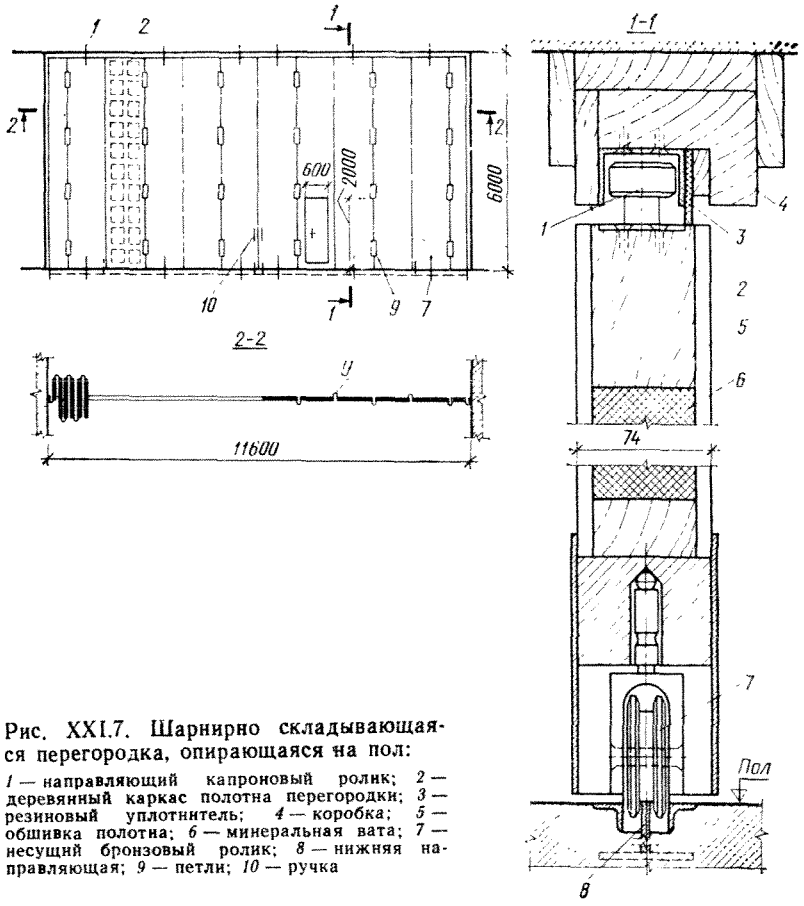


Рис. XXI.7. Шарнирно складывающаяся перегородка, опирающаяся на пол:

1 — направляющий капроновый ролик; *2* — деревянный каркас полотна перегородки; *3* — резиновый уплотнитель; *4* — коробка; *5* — обшивка полотна; *6* — минеральная вата; *7* — несущий бронзовый ролик; *8* — нижняя направляющая; *9* — петли; *10* — ручка

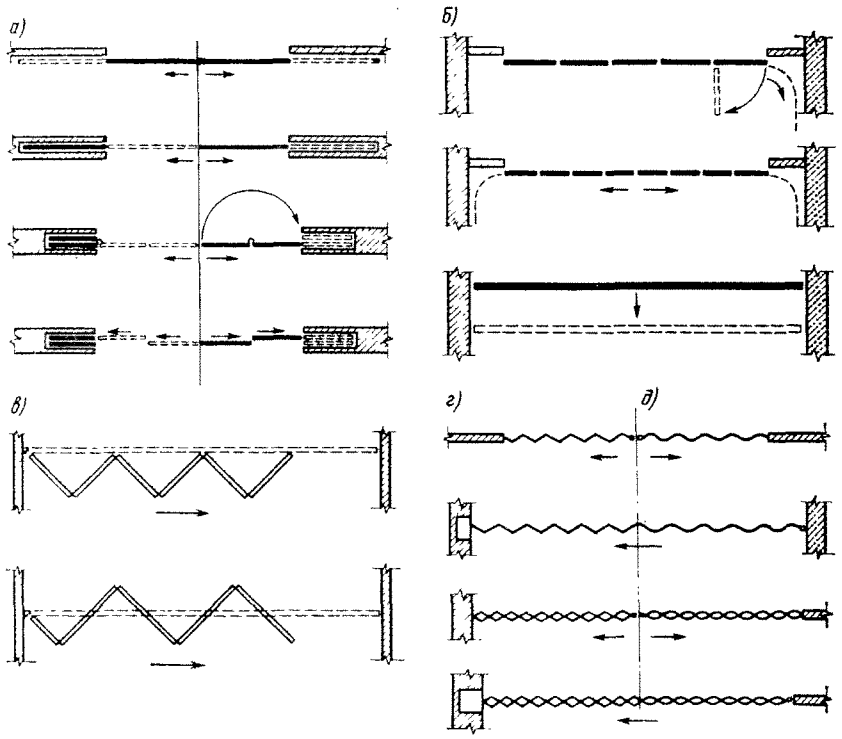


Рис. XXI.8. Виды трансформируемых перегородок:
а — пряморазвижные; *б* — откатные; *в* — шарнирно складывающиеся; *г* — гармончатые жесткие; *д* — гармончатые мягкие

ных, откатных, шарнирно-складывающихся). Нижняя часть всех стеклянных перегородок на высоту не менее 0,2 м выполняется глухой из непрозрачных материалов.

Между верхней гранью остекленных перегородок и перекрытием всегда оставляют зазор, превышающий на 2 ... 10 см расчетный прогиб перекрытия, во избежание передачи нагрузки на перегородку. Зазор заполняют эластичным звукоизоляционным материалом.

Конструктивное решение перегородок из стеклоблоков и стеклопрофилита аналогично заполнению оконных проемов из этих материалов, а конструкции перегородок из листового стекла и стеклопакетов — конструкциям витражей и витрин с каркасом из деревянных брусков, алюминиевых и стальных профилей (см. гл. XIX).

XXII Глава. Сборные крупноразмерные изделия перекрытий и покрытий

XXII.1. Изделия для массового гражданского строительства

Для перекрытий жилых зданий наибольшее применение получили плиты железобетонные сплошные (беспустотные) и многопустотные; для общественных зданий — эти же плиты, а также разные виды длинномерных предварительно напряженных плит настилов. Их же применяют и в промышленном строительстве.

Плиты железобетонные сплошные изготовляют из тяжелого бетона рядовые и дополнительные. Размеры плит перекрытий принимают кратными

300 мм (с предпочтительными размерами кратными 600 мм). Толщина плит 120, 140, 160, 180 мм (рис. XXII.1). Плиты толщиной 120 мм применяют в панельных зданиях с шагом несущих поперечных стен до 3,6 м; изготовляют их размером «на комнату» с опиранием на несущие стены по трем или четырем сторонам (контурное опирание), что позволяет снизить расход арматуры. Такие плиты применяют в междуэтажных перекрытиях со слоистым полом и с раздельным полом. Плиты толщиной 140 мм, принятые для строительства в Москве, опирают как «по контуру», так и по двум сторонам. Плиты толщиной 160, 180 мм применяют в зданиях с шагом несущих поперечных стен до 4,8...6 м и опирают на стены по двум сторонам (по балочной схеме работы). Повышение толщины плиты до 140 мм и более позволяет сократить затраты труда по устройству полов, так как в этих случаях благодаря большой массе перекрытия пол устраивают из линолеума на тепло- и звукоизолирующей (упругой) подоснове. Плиты толщиной 160, 180 мм на боковых гранях имеют шпонки, обеспечивающие через замоноличенные швы между плитами передачу горизонтальных и вертикальных сдвигающих усилий в дисках перекрытий. Плиты толщиной 160, 180 мм длиной более 4,8 м изготовляют с предварительно напряженной арматурой; плиты толщиной 120, 140 мм выполняют с ненапряженным армированием. В плитах перекрытий предусмотрена унифицированная система каналов для электропроводки, отверстий для пропуска вертикальных коммуникаций, трубопроводов и вентиляционных устройств, а также предусмотрены закладные детали и выпуски арматуры для соединения со смежными конструкциями.

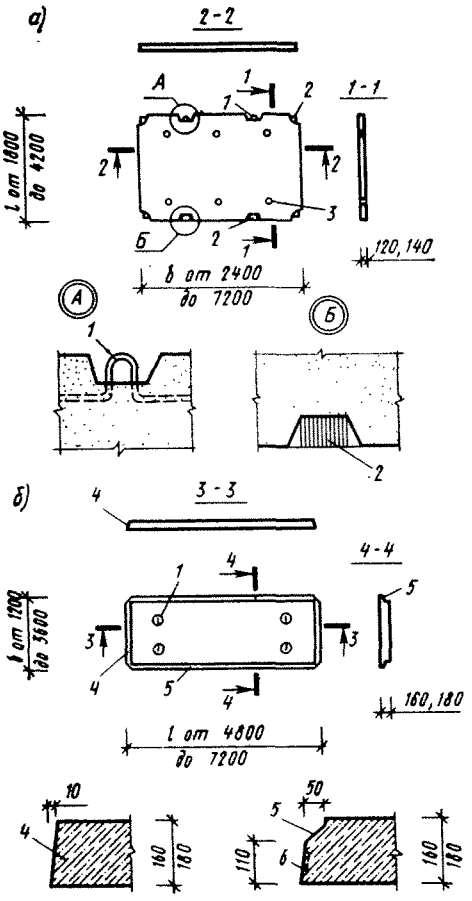


Рис. XXII.1. Плиты железобетонные сплошные для перекрытий жилых и общественных зданий:

а — толщиной 120, 140 мм; *б* — толщиной 160, 180 мм; *1* — монтажная петля; *2* — закладная деталь; *3* — технологические монтажные отверстия; *4* — профиль со стороны опирания на несущие стены и примыкания к наружным стенам; *5* — то же, по сторонам взаимного примыкания плит; *6* — лунка для растворной шпонки

Плиты сплошные из легкого бетона классов В10 и В15, получившие применение в жилых зданиях повышенной этажности с узким шагом несущих поперечных стен, позволяют значительно снизить массу перекрытий, уменьшить расход арматуры и цемента, а также расход материалов в вертикальных несущих конструкциях и фундаментах зданий. Плиты изготовляют «на комнату». Толщина плит 100...120 мм. При наличии линолеума на тепло- и звукоизолирующей подоснове допускается применять плиты из шлакобетона или шлакопемзобетона толщиной 160 мм.

Плиты сплошные предварительно напряженные из конструктивного керамзитобетона класса В20 применяют в панельных зданиях с большим шагом несущих поперечных стен. Плиты опи-

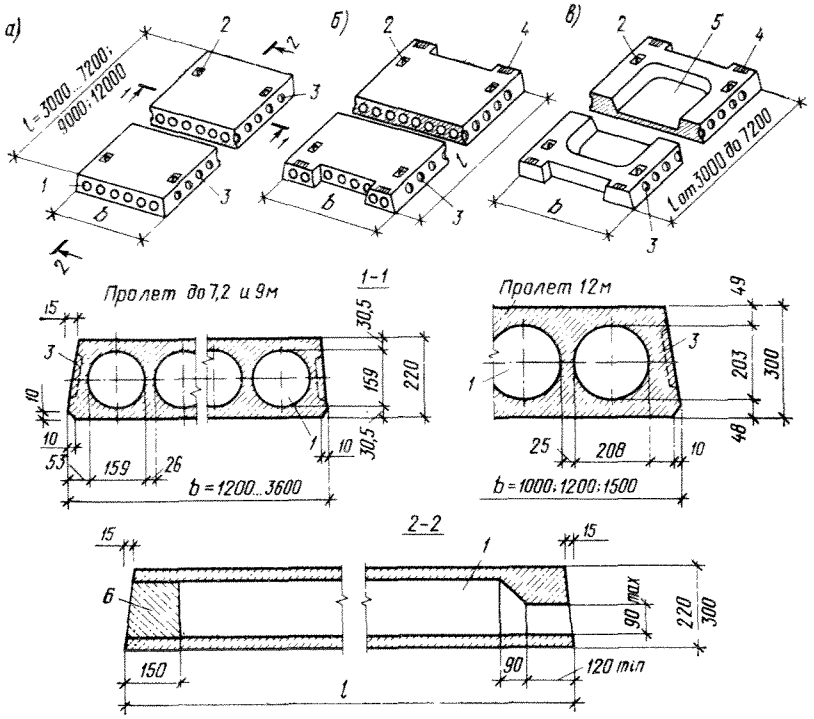


Рис. XXII.2. Плиты железобетонные многопустотные для перекрытий жилых и общественных зданий:

а — рядовая плита; *б* — плита-распорка внутренняя; *в* — санитарно-техническая «корытная» плита-распорка; *1* — пустоты плиты; *2* — монтажная петля; *3* — лунка для растворной шпонки ∅ 120 мм шаг 200 мм; *4* — закладная деталь; *5* — полка плиты; *6* — бетонный вкладыш

рают по двум сторонам. Длина плит 4,8 ... 7,2 м; ширина 1,2 ... 2,4 м толщина 220 мм.

Плиты железобетонные многопустотные изготовляют из тяжелого и облегченного цементного или плотного силикатного бетона классов В15, В25, В30 (для плит длиной до 9 м) и классов В30 и В40 (для плит длиной 12 м). Плиты изготовляют с предварительно напряженной арматурой; плиты длиной менее 4,8 м допускается изготовлять без предварительно напряженной арматуры. Длина плит — 3 ... 7,2 м с градацией 600 мм, а также — 9 и 12 м. Ширина плит длиной до 9 м изменяется от 1,2 до 3,6 м с градацией 600 мм; ширина плит длиной 12 м равна 1; 1,2; 1,5 м. Толщина плит длиной до 9 м равна 220 мм; плит длиной 12 м — 300 мм (рис. XXII.2). Многопустотные плиты применяют в зданиях каркасных и со стеновым остовом. Для каркасных зданий многопустотные плиты применяют для легкого каркаса и изготовляют на следующие расчетные нагрузки: 6; 8; 10; 12,5; 16 кН/м². Наибольшая величина нагрузки не должна превышать: для плит длиной до 6 м — 16; до 9 м — 12,5; до 12 м — 10 кН/м². Плиты изготовляют: рядовые; распорки внутренние, укладываемые по внутренним рядам колонн; распорки фасадные, укладываемые по фасадным рядам колонн (на них опираются стеновые панели); распорки доборные, для укладки у стен жесткости; распорки фасадные лестничные, используемые в качестве наружных обвязок вдоль фасадов лестничных клеток, и плиты-распорки санитарно-технические «корытные» с толщиной ребер, равной толщи-

не многопустотной плиты, и тонкой полкой толщиной 50 мм, укладываемые в местах пропуска коммуникаций, требующих пробивки отверстий: «корыта» распорок после прокладывания коммуникаций замоноличивают. Для восприятия многопустотными плитами нагрузки от вышерасположенных стен их изготовляют с усиленными опорными торцами, для чего у одного торца плиты уменьшают диаметр продольных пустот, у другого — применяют бетонные вкладыши, устанавливаемые в отверстия в процессе формирования плиты.

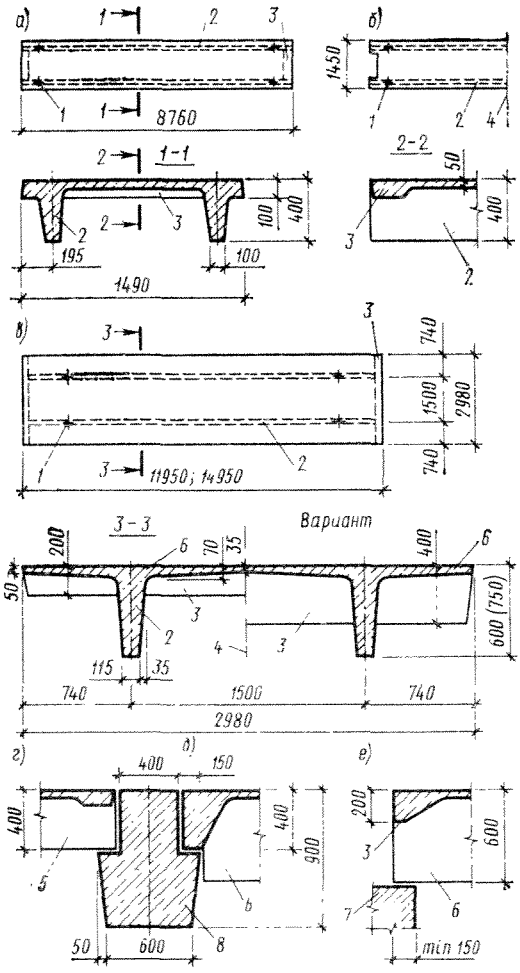


Рис. XXII.3. Предварительно напряженные плиты-настилы 2Т:

а, б — плиты-настилы ТТ-9 м (*а* - рядовая плита-настил; *б* — плита-настил-распорка); *в* — плиты-настилы ТТ-12 м и ТТ-15 м; *г* — опора на ригель плиты-настила ТТ-9 м; *д* — то же, плиты-настила ТТ-12 м; *е* — опора на стену плиты-настила ТТ-12 м; *1* — монтажные петли; *2* — продольное ребро; *3* — торцовое ребро; *4* — ось симметрии; *5* — плита-настил ТТ-9 м; *6* — плита-настил ТТ-12 (размер в скобках дан для плит ТТ-15 м); *7* — стена; *8* — ригель

Плиты многопустотные из легкого бетона находят применение в зданиях с большим шагом несущих стен (до 7,2 м). Плиты выполняют из легкого бетона класса В15 шириной до 3,9 м толщиной 220 мм. Плиты из легкого бетона пролетом 10,5; 12 м для домов с двумя несущими наружными продольными стенами выполняют из керамзитобетона класса В15, из шлакобетона и шлакопемзобетона на шлаковом и шлакопемзовом песке класса В25 толщиной 360 мм с диаметром пустот 300 мм; ширина таких плит не более 3,6 м.

Длинномерные предварительно напряженные плиты-настилы разных видов изготовляют для тяжелого каркаса, применяемого в общественных и производственных зданиях с помещениями больших пролетов, с тяжелыми нагрузками на перекрытия.

Предварительно напряженные железобетонные плиты-настилы 2Т изготовляют для пролетов 9, 12 и 15 м под расчетные нагрузки: 12, 16, 25 кН/м^2 для пролета 9 м; 4,5; 8 кН/м^2 для пролета 12 м; 4,5 кН/м^2 для пролета 15 м. Ширина плит-настилов ТТ-9 — 1,5 м; ТТ-12 и ТТ-15 — 3 м (рис. XXII.3). Высота продольных ребер плит-настилов ТТ-9 — 400 мм; ТТ-12 — 600 мм; ТТ-15 — 750 мм. Для пролетов 18 м предусмотрено изготовление плит-настилов 2Т шириной 3 м с высотой продольных ребер 900 мм.

Железобетонные ригели (каркаса ТК1-2) имеют тавровое сечение с полкой в нижней части сечения для опирания элементов перекрытий. Ригели выполняют с подрезкой на опоре. Для ригелей легкого каркаса высота на опоре: 300 мм — у ригелей для пролетов до 9 м включительно и 600 мм — у ригелей для пролета 12 м; для ригелей тяжелого каркаса высота на опоре — 600 мм. Ригели монтируют на

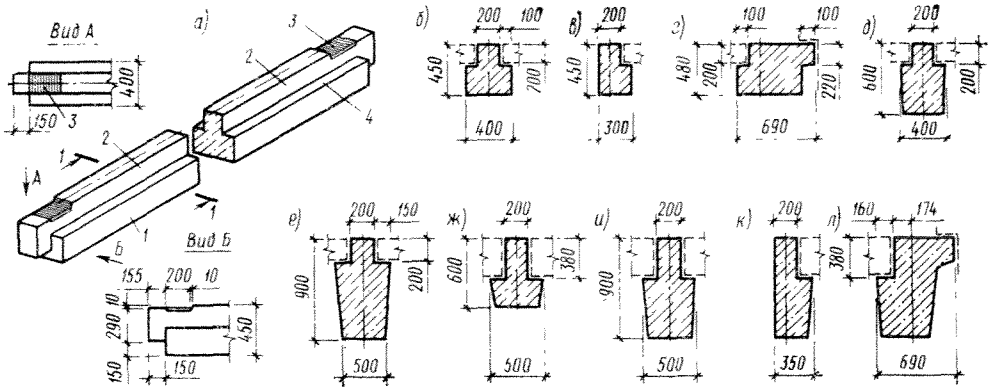


Рис. XXII.4. Железобетонные ригели:

а — общий вид; *б—л* — сечения ригелей по *1—1* (*б—е* — примеры сечений ригелей для зданий с легким каркасом; *ж—л* — то же, для зданий с тяжелым каркасом; *б, д—и* — рядовые; *в, к* — лестничные, *г, л* — фасадные); *1* — ригель; *2* — стенка ригеля; *3* — металлическая закладная деталь; *4* — полка ригеля

консолях колонн с приваркой к их закладным деталям, что обеспечивает защемление концов ригелей и передачу растягивающих усилий, возникающих в диске перекрытия. Ригели легкого каркаса предназначены для связевых каркасов; ригели тяжелого каркаса — для использования как в связевых, так и в рамных каркасах. Типы ригелей следующие (рис. XXII.4). Ригели легкого каркаса: коридорные высотой 300 мм — на пролеты 1,8...3,6 м; рядовые высотой 450 мм — на пролеты 1,8...6,6 м с градацией 600 мм, высотой 600 мм — на пролеты 7,2 и 9 м, высотой 900 мм — на пролет 12 м; лестничные (с одной полкой) высотой 450 мм — на пролеты 6 и 6,6 м; фасадные высотой 480 мм — на пролеты 1,8...7,2 и 9 м. Ригели тяжелого каркаса: коридорные высотой 600 мм — на пролеты 1,8; 2,4: 3 и 6 м; рядовые высотой 900 мм — на пролеты 6; 9 и 12 м; фасадные высотой 920 мм — на пролеты 3, 6 и 9 м. На фасадные ригели опирают наружные панели ограждения. Изготовляют ригели из бетона класса В30; ригели высотой 300 мм — из бетона класса В25.

Для покрытий жилых и общественных зданий применяют комплексные плиты, выполняющие функции несущих и ограждающих конструкций, монтируемых за один раз; решают также покрытие в виде несущих и утепляющих (комплексных) плит с вентилируемой или невентилируемой прослойкой, монтируемых за два раза, или — в виде несущих плит, на которые на стройке последовательно укладывают все необходимые слои покрытия. В последних двух случаях в качестве несущих плит (основы) применяют плиты междуэтажных перекрытий: железобетонные многопустотные, сплошные, ребристые, шатровые. Комплексные плиты в зависимости от количества слоев однородных материалов (не считая слоев паро- и гидроизоляции) подразделяют на однослойные, двухслойные и трехслойные. Максимальная длина плит равна 9 м; толщина — 210...360 (с градацией 30 мм) и 400 мм.

Однослойные комплексные плиты применяют в бесчердачных покрытиях с кровлей из рулонных материалов в домах высотой не более четырех этажей; в качестве чердачного перекрытия в домах с холодным чердаком и, что является наиболее рациональным,— в качестве покрытия над теплым чердаком. Наибольшее применение получили однослойные плиты, изготовляемые из керамзитобетона плотностью 1000...1400 кг/м^3 (рис. XXII.5, *а*).

Одиослойные плиты могут изготовляться с вентилирующими каналами, устраиваемыми в верхней зоне плиты (рис. XXII.5, *б*). Каналы сообщаются с наружным воздухом в зоне карниза. Плиты с каналами сложны в изготовлении, наличие уплотненных стенок снижает их влагопроницаемость.

Двухслойные комплексные плиты состоят из слоя легкого бетона на пористых заполнителях (главным образом керамзитобетона) или автоклавного ячеистого бетона классов В1,5, В2,5 и из слоя тяжелого цементного бетона класса не менее В10 при обычном армировании и не менее В15 при напрягаемой арматуре. Плита, имеющая тяжелый армированный слой сверху крупнопористого бетона (рис. XXII.5, *в*), применяется в качестве утепляющего элемента бесчердачно невентилируемого покрытия и служит основанием кровельног ковра. Если тяжелый армированный слой располагается внизу крупнозернистого бетона (рис. XXII. 5, *г*), то плита используется в качестве теплого чердачного перекрытия или как самонесущий элемент покрытия с вентилирующей воздушной прослойкой (микрочердаком). **Трехслойные комплексные плиты** состоят из верхнего и нижнего слоев, выполненных из тяжелого цементного бетона плотной структуры на пористых заполнителях класса не менее В10 и слоя между ними — из эффективного утеплителя (рис. XXII.5 *д, ж*). Комплексные плиты находят применение в безрулонных крышах теплого чердака (рис. XXII.5, *ж*). Однако в этих случаях к верхнему слою двух и трехслойных плит и к керамзитобетонному однослойных плит предъявляют более жесткие требования по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости. Для повышения защитных свойств на наружную поверхность таких плит наносят гидроизоляционные составы.

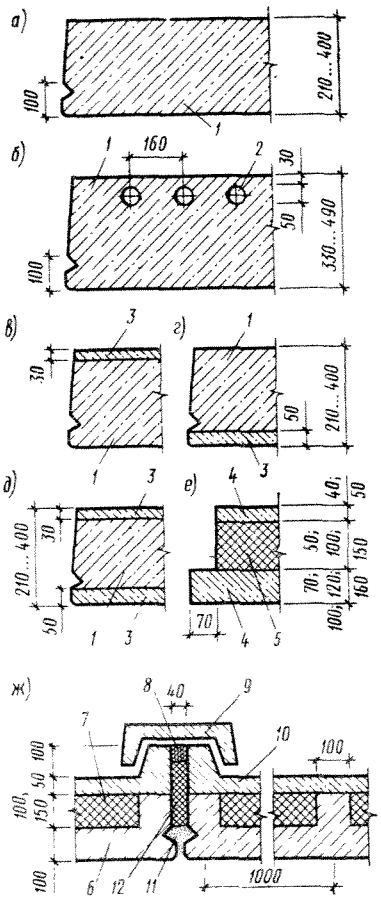


Рис. XXII.5. Комплексные плиты жилых и общественных зданий:

а — однослойная невентилируемая; *б* — то же, с вентиляционными каналами; *в*, *г* — двухслойные; *д—ж* — трехслойные (*а—е* — с кровлей из рулонных материалов; *ж* — пример применения трехслойной плиты для покрытия с безрулонной кровлей); *1* — легкий или ячеистый бетон; *2* — вентилирующие каналы; *3* — тяжелый цементный бетон; *4* — железобетонная плита; *5* — теплоизоляционный слой из эффективного утеплителя; *6* — слой керамзитобетона; *7* — жесткий теплоизоляционный материал; *8* — герметизирующий материал; *9* — бетонный нащельник; *10* — слой (плита) из морозостойкого бетона; *11* — бетонная шпонка; *12* — теплоизоляционный вкладыш

XXII.2. Изделия для промышленного строительства

Для перекрытий в многоэтажных промышленных зданиях с сетками колонн 6×6 и 6×9 м применяют железобетонные ребристые плиты по ригелям таврового или прямоугольного сечения (рис. XXII.6, *а, б*).

Железобетонные ригели имеют размеры сечения, зависящие от нагрузок, приходящихся на междуэтажное перекрытие. В зданиях с нагрузками на пе-

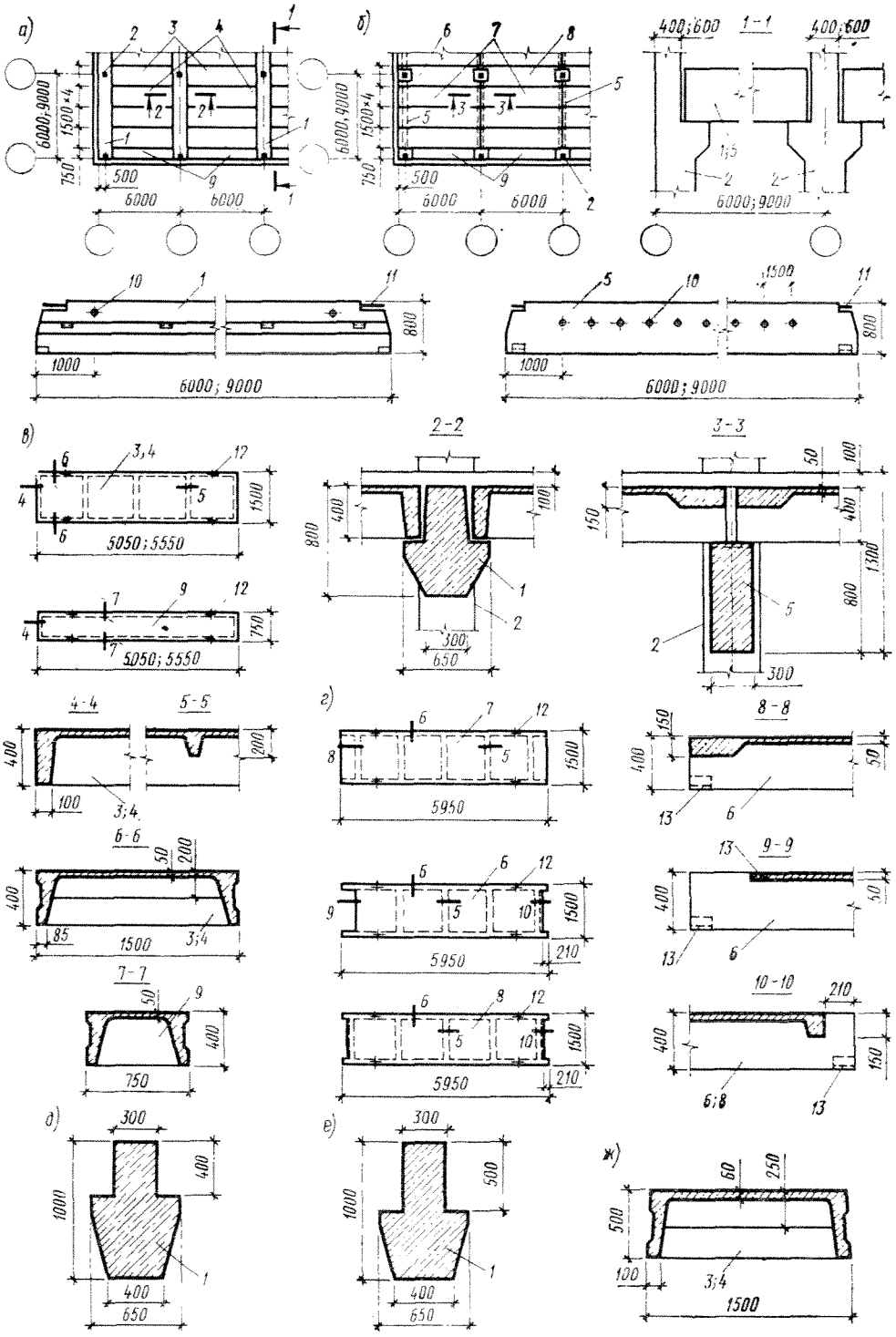


Рис. XXII.6. Сборные крупноразмерные перекрытия многоэтажных промышленных зданий: *а, б* — схемы укладки плит; *в* — плиты, опирающиеся на ригель таврового сечения; *г* — плиты, опирающиеся на прямоугольный ригель; *д, е* — сечения ригелей под увеличенную нагрузку на перекрытие; *ж* — сечение плиты под увеличенную нагрузку на перекрытие; *1* — ригель таврового сечения; *2* — колонна; *3, 6, 8* — плиты-распорки внутренние; *4, 7* — основные рядовые плиты; *5* — ригель прямоугольного сечения; *9* — плиты-распорки наружные; *10* — сквозные отверстия; *11* — выпуски арматуры; *12* — петли для подъема; *13* — закладные детали

рекрытие 10...25 кН/м², что принято для сетки колонн 6×6 м и в зданиях с нагрузками на перекрытие 5... 15 кН/м², что принято для сетки колонн 6×9 м, высота ригелей принимается 800 мм. По концам ригелей, в верхней части, оставляют выемки для выпусков верхней опорной арматуры ригелей, стыкуемых с выпусками колонн. Для подъема ригелей в них предусмотрены сквозные отверстия; в прямоугольных ригелях отверстия используют также и для подвешивания коммуникаций. Ригели пролетом 6 м изготовляют без предварительного напряжения, пролетом 9 м (ригели таврового сечения) — с предварительным напряжением.

Железобетонные ребристые плиты длиной 6 м изготовляют основные-рядовые и плиты-распорки внутренние шириной 1,5 м, расположенные между внутренними рядами колонн, и доборные — плиты-распорки наружные шириной 0,75 м, расположенные между наружными рядами колонн (см. рис. XXII.6, *а, б*). Высота продольных ребер плит — 400 мм; высота торцовых ребер плит по ригелям таврового сечения — 400 мм, а по ригелям прямоугольного сечения — 150 мм. В последнем случае под каждой такой плитой, поверх ригеля, образуется проем, в котором могут быть пропущены (или подвешены к ригелям) трубопроводы и другие коммуникации. В продольных ребрах плит имеются отверстия диаметром 35 мм с шагом 1 м, предназначенные для подвешивания к перекрытию электропроводки и отдельных грузов. В продольных ребрах плит, с наружной стороны, имеются лунки для растворных шпонок. Плиты шириной 1,5 м для перекрытий по ригелям таврового сечения изготовляют с предварительным напряжением; остальные — без предварительного напряжения. Плиты перекрытий (рядовые, плиты-распорки внутренние) по ригелям таврового сечения изготовляют из бетона классов В15...В40, доборные — В15, В25; плиты перекрытий по ригелям прямоугольного сечения — из бетона классов В25 и В30. Если нагрузка на перекрытие увеличивается, то увеличиваются высоты ригелей и плит. В зданиях с нагрузками на перекрытие 32...50 кН/м² высота ригелей принимается 1000 мм; высота плит с нагрузками на перекрытие более 40 кН/м² увеличивается до 500 мм (рис. XXII.6, *д—ж*).

Для покрытий промышленных зданий наибольшее применение получили плиты железобетонные ребристые предварительно напряженные длиной 6 и 12 м при ширине 3 и 1,5 м (рис. XXII.7, 8). Плиты шириной 3 м как более экономичные, дающие наименьшую массу 1 м² покрытия, являются основным типом, а плиты шириной 1,5 м применяют как доборные там, где невозможно применение широкой плиты или на участках с повышенной нагрузкой (зоны образования снеговых мешков, зоны установки на покрытие вспомогательного оборудования). Плиты укладывают на верхние пояса железобетонных или металлических ферм, балок и крепят к ним, сваривая закладные детали с замоноличиванием швов бетоном класса В15 на мелком заполнителе. Плиты длиной 6 и 12 м подразделяют на несколько типов (рис. XXII.7): плиты основные — рядовые; плиты с круглым отверстием в полке — для пропуска воздуховода; плиты с проемами в полке (применяют для устройства легкосбрасываемой кровли над взрывоопасным участком цеха). Проемы в последнем типе плит предусмотрены для выхода взрывной волны; их перекрывают легкосбрасываемыми плитами, например асбестоцементными с утеплителем из пенопласта (рис. XXII.12), после чего все покрытие оклеивается гидроизоляционным ковром. Плиты с одним, двумя или четырьмя проемами в полке применяют для устройства зенитных фонарей точечного типа в виде куполов из органического стекла.

Плиты из ячеистых бетонов применяют для покрытий бесчердачных утепленных производственных зданий с влажностью воздуха внутри помеще-

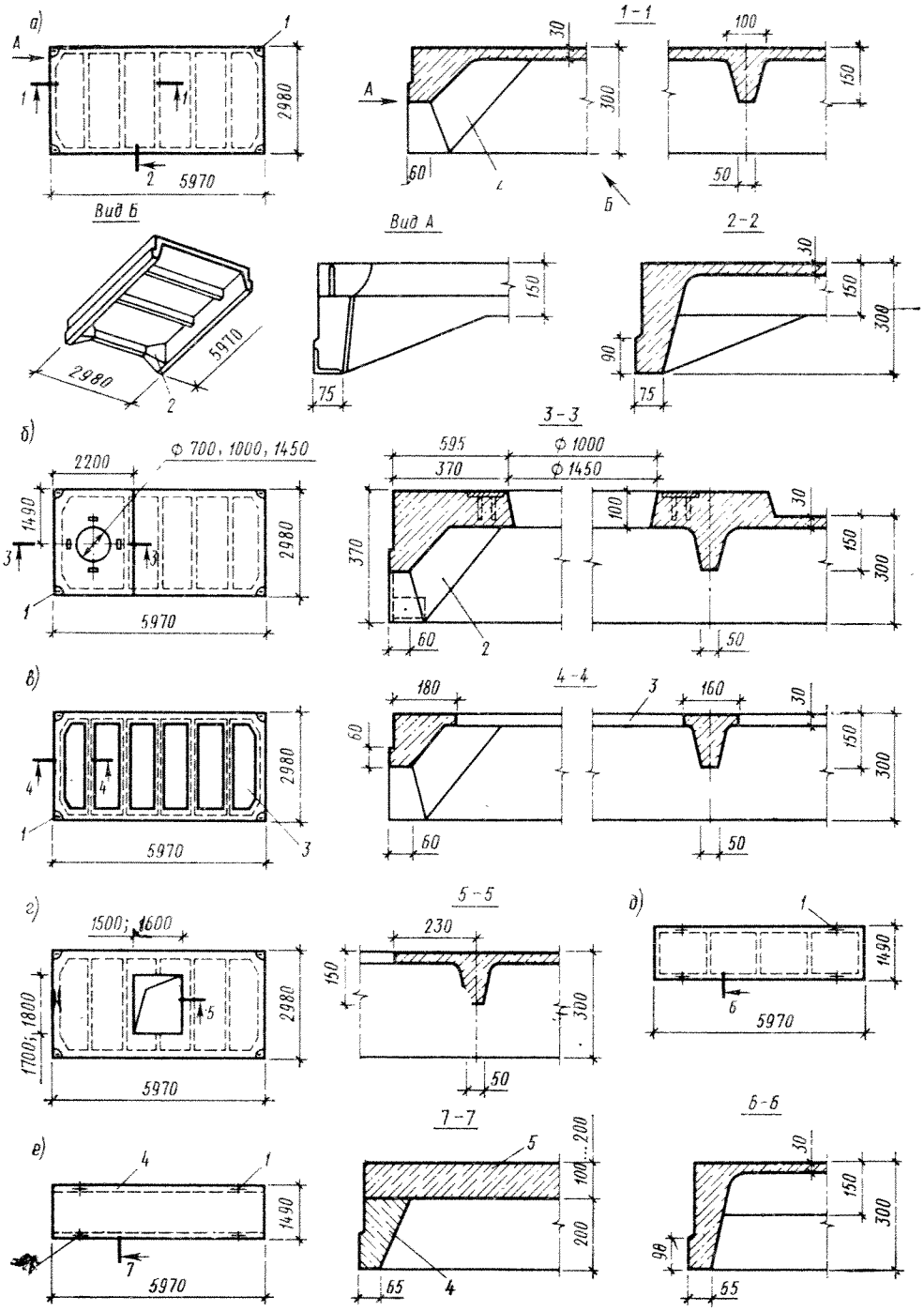


Рис. XXII.7. Плиты длиной 6 м для покрытий промышленных зданий:

а—д — плиты железобетонные ребристые предварительно напряженные (*а*, *д* — без проема в полке плиты; *б* — с проемом в полке плиты; *в* — для устройства легкосбрасываемой кровли; *г* — с проемом в полке плиты для зенитного фонаря); *е* — плита из ячеистого бетона; *1* — монтажная петля; *2* — пространственный вут; *3* — проемы для выхода взрывной волны; *4* — железобетонное ребро; *5* — ячеистый бетон

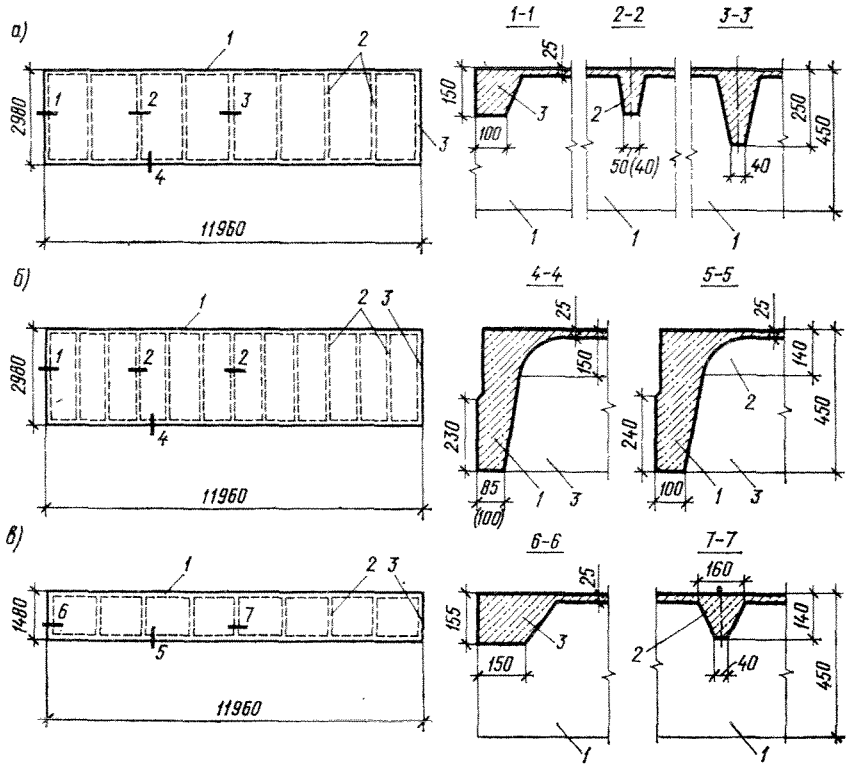


Рис. XXII.8. Плиты железобетонные ребристые предварительно напряженные длиной 12 м для покрытий промышленных зданий:

а — основные; *б* — применяемые на участках с повышенной нагрузкой; *в* — доборные, а также используемые на участках с повышенной нагрузкой; *1* — продольные ребра; *2* — ребра жесткости; *3* — торцовое ребро (размеры в скобках даны для плит с шагом поперечных ребер, равным 1 м)

ний не выше 60%; плиты из пено- и газобетона — с влажностью воздуха внутри помещений до 75%. Плиты из ячеистых бетонов состоят из двух продольных ребер высотой 200 мм, выполненных из армированного железобетона или тяжелого силикатобетона классов не ниже В15... В30 и полки плиты из ячеистых бетонов толщиной 100... 200 мм с градацией 20 мм (см. рис. XXII.7, *е*).

Плиты-оболочки КЖС (крупноразмерные, железобетонные, сводчатые) применяют для покрытий промышленных зданий с пролетами 12, 18 и 24 м. *Ширина основных плит-оболочек* равняется 3 м, доборных — 1,5 или 2 м. КЖС представляет собой пологую предварительно напряженную короткую цилиндрическую оболочку с двумя ребрами-диафрагмами сегментного очертания (рис. XXII.9). Диафрагмы — стенки облегченной конструкции, имеющие вертикальные ребра жесткости. В нижней, утолщенной зоне диафрагм располагается напрягаемая арматура плиты, играющая роль затяжек рассматриваемой оболочки. Плиты-оболочки выполняют из бетонов классов В25... В45. Опирают плиты-оболочки на продольные несущие конструкции — стены или железобетонные балки прямоугольного сечения высотой 500... 600 мм (при шаге колонн 6 м); на предварительно напряженные двутавровые балки высотой 1000... 1200 мм или на фермы раскосно-шпренгельного типа (при шаге колонн 12 м). Плиты-оболочки крепят к этим конструкциям с помощью листовых шарниров, обес-

печивающих возможность поворота сечения плиты в вертикальной плоскости (рис. XXII.9, *д*).

Гиперболические плиты-оболочки применяют в промышлениых зданиях для тех же пролетов, что и плиты-оболочки КЖС. Они представляют собой вытянутые оболочки отрицательной Гауссовой кривизны, обрамленные продольными бортами и торцовыми диафрагмами, служащими для опирания плиты-оболочки на несущие конструкции. Высоту сечения плит-оболочек в середине пролета принимают: $h=$

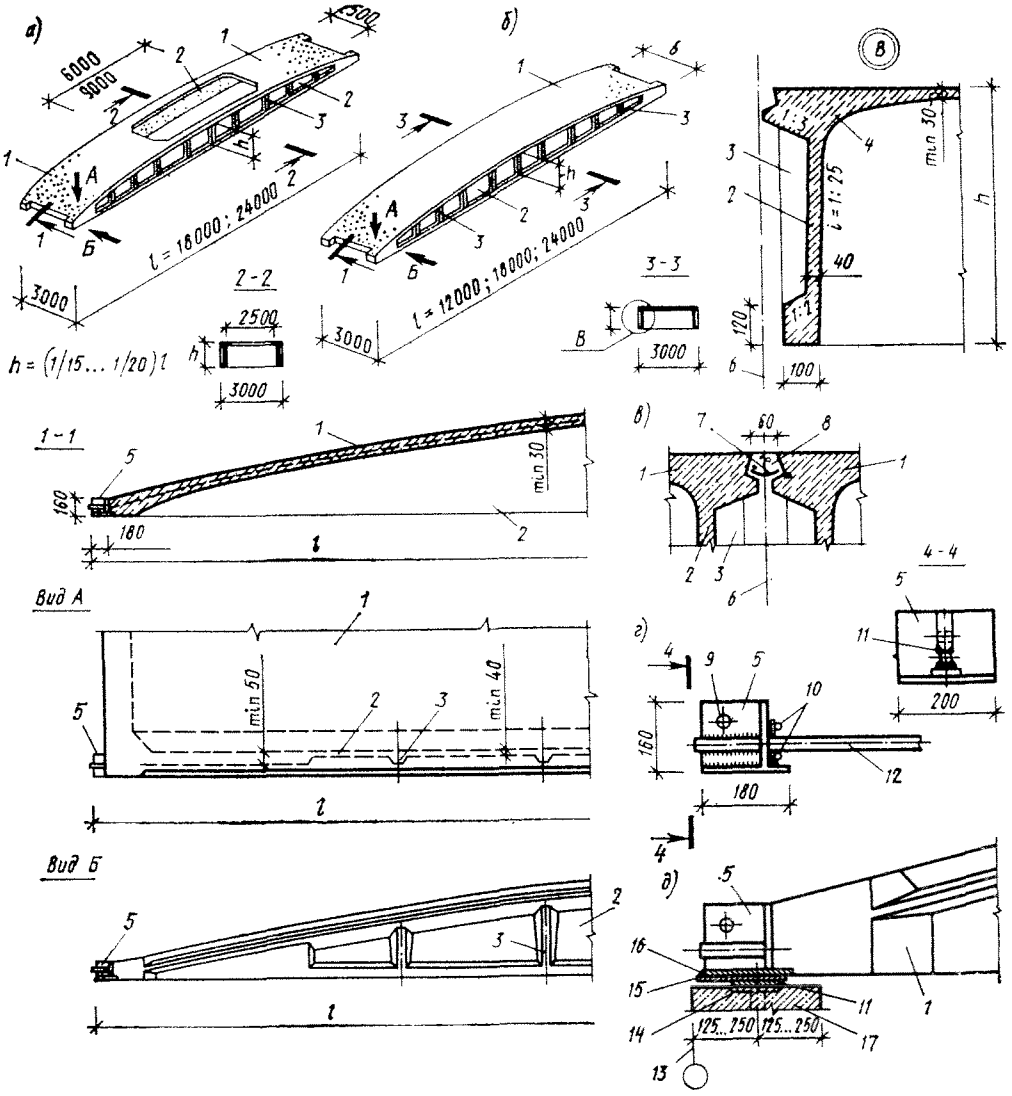


Рис. XXII.9. Плиты-оболочки КЖС:

а, б — схемы плит-оболочек (*а* — плита-оболочка с проемом для светоаэрационного или зенитного фонаря; *б* — плита-оболочка основная рядовая); *в* — конструкция стыка со стороны взаимного примыкания плит; *г* — стальная анкерная деталь; *д* — деталь крепления плит-оболочек к продольным несущим балкам; *1* — плита-оболочка КЖС; *2* — днафрагма; *3* — ребро жесткости; *4* — пологий вут; *5* — стальной анкер; *6* — разбивочная ось; *7* — полоса толя или рубероида; *8* — замоноличивание бетоном; *9* — отверстие для строповки; *10* — торцовая арматура; *11* — заводская сварка; *12* — напрягаемая арматура плиты-оболочки; *13* — буквенная ось; *14* — закладная деталь; *15* — листовой шарнир; *16* — монтажная сварка; *17* — продольная несущая железобетонная балка крайнего ряда

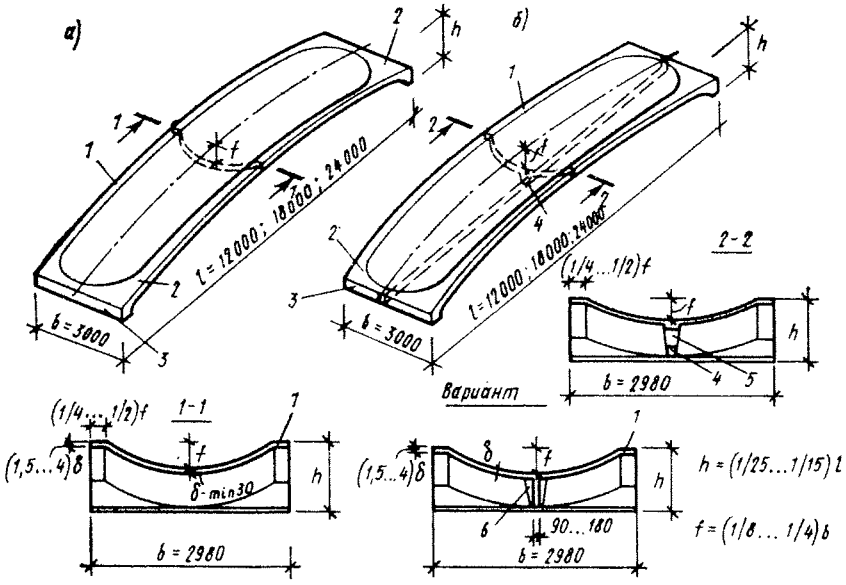


Рис. XXII.10. Крупноразмерные гиперболические плиты-оболочки:

а — гиперболическая плита-оболочка; *б* — гиперболическая килевая плита оболочка; *1* — продольный борт; *2* — наклонная торцовая диафрагма; *3* — торцовое ребро; *4* — киль; *5* — отверстие в киле для прокладки коммуникаций; *6* — ребро жесткости

$= (1/25 \ldots 1/15) l$; глубину волны принимают $f = (1/8 \ldots 1/4) b$ (рис. XXII.10, *а*). Если ширина и глубина волны ограничены, строительную высоту конструкции увеличивают введением продольного ребра-киля. С целью уменьшения массы киль выполняют облегченным: с тонкой стенкой и вертикальными ребрами жесткости или с отверстиями, что позволяет прокладывать коммуникации в пределах покрытия (рис. XXII.10, *б*).

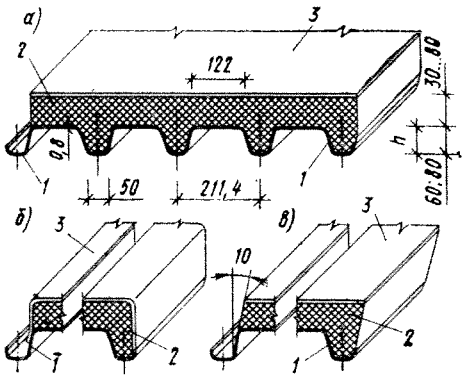


Рис. XXII.11. Плиты стальные двухслойные для покрытий промышленных зданий с утеплителем из пенополиуретана:

а — поперечное сечение плиты; *б*, *в* — типы плит по очертанию поперечного сечения продольных кромок; *1* — стальной лист; *2* — пенополиуретан; *3* — покровный слой под кровлю

Плиты стальные двухслойные с утеплителем из пенополиуретана относятся к облегченным индустриальным конструкциям: утеплитель формуется в процессе их изготовления (рис. XXII.11). Плиты применяются для покрытий производственных зданий промышленных предприятий, эксплуатируемых в неагрессивных, слабо- и среднеагрессивных средах с относительной влажностью воздуха внутри помещений не более 60%. Применение данных плит вместо железобетонных обеспечивает уменьшение массы покрытия в 3...3,5 раза, но при этом в 2... 2,5 раза возрастает расход металла. Плиты состоят из стального оцинкованного профилированного настила, утеплителя из заливочного пенополиуретана и покровного слоя под кровлю. Длина плит — до 7,2 м. Плиты по очер-

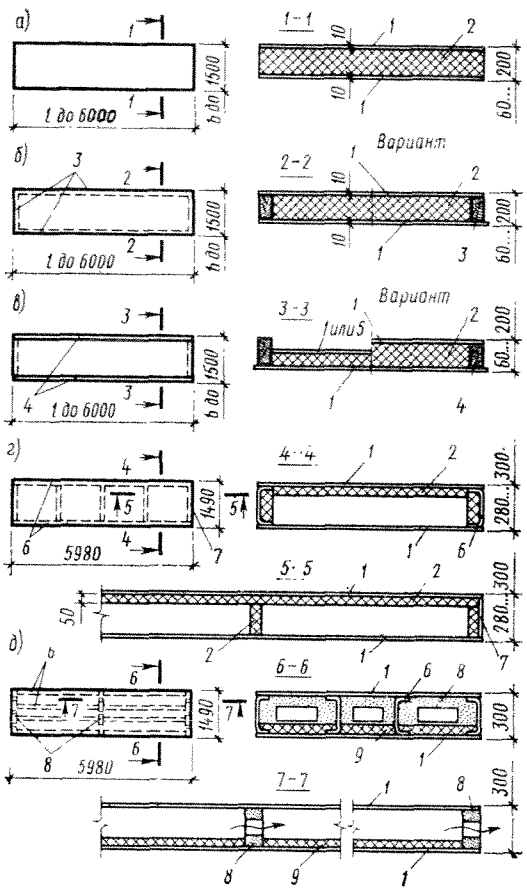


Рис. XXII.12. Асбестоцементные плиты покрытий:

а — плита трехслойная, *б* — то же, с деревянным обрамлением по контуру; *в* — то же, с несущими деревянными ребрами; *г*, *д* — то же, с асбестоцементными ребрами (*д* — плита типа ПАК); *1* — асбестоцементный лист; *2* — пенопласт; *3* — обрамление; *4* — ребро; *5* — неметаллический лист — полиэтиленовая пленка, наклеенная на битумно-кукерсольной мастике или окраска поливинилхлоридным лаком за два раза; *6* — продольные асбестоцементные швеллеры; *7* — торцовая заглушка; *8* — диафрагма из асбестоцемента; *9* — минеральная вата (войлок)

танию поперечного сечения продольных кромок подразделяются на три типа (рис. XXII.11).

Плиты асбестоцементные трехслойные с утеплителем из пенопласта применяют для покрытий производственных зданий, эксплуатируемых в неагрессивных и слабоагрессивных средах; плиты типа ПАК применяют для устройства вентилируемых покрытий. По конструктивному решению плиты подразделяют на несколько типов (рис. XXII.12). Для изготовления плит применяют асбестоцементные плоские прессованные обрезные (калиброванные) листы. Для изготовления ребер и обрамления плит используют древесину, фанеру или асбестоцемент. В качестве утеплителя кроме пенопласта применяют жесткие и полужесткие минераловатные плиты и др. По верхней обшивке асбестоцементных плит устраивают рулонную кровлю.

XXIII Глава. Подвесные потолки

XXIII.1. Основы проектирования

Подвесные потолки применяются в гражданских и промышленных зданиях. Применение подвесных потолков имеет целью скрыть расположенные над потолком инженерные сети и оборудование, улучшить акустические, декоративные и другие качества помещения или вывести межферменное пространство из отапливаемого объема здания. В последнем случае образуется холодный чердак и утеплитель укладывается на плиты подвесного потолка чердачного перекрытия. Основными элементами подвесных потолков являются: несущая часть и лицевые — видимые элементы (заполнение). Несущая часть состоит из каркаса, подвесок и деталей крепления и регулирования (рис. XXIII.1, *а*). Применяют подвесные потолки со скрытым или открытым каркасом (рис. XXIII.1, *а*, *б*). В первом случае используется скрытая система подвески: лицевые элементы потолков снабжаются пазами по боковым граням и «скрывают» несущий каркас. Во втором случае

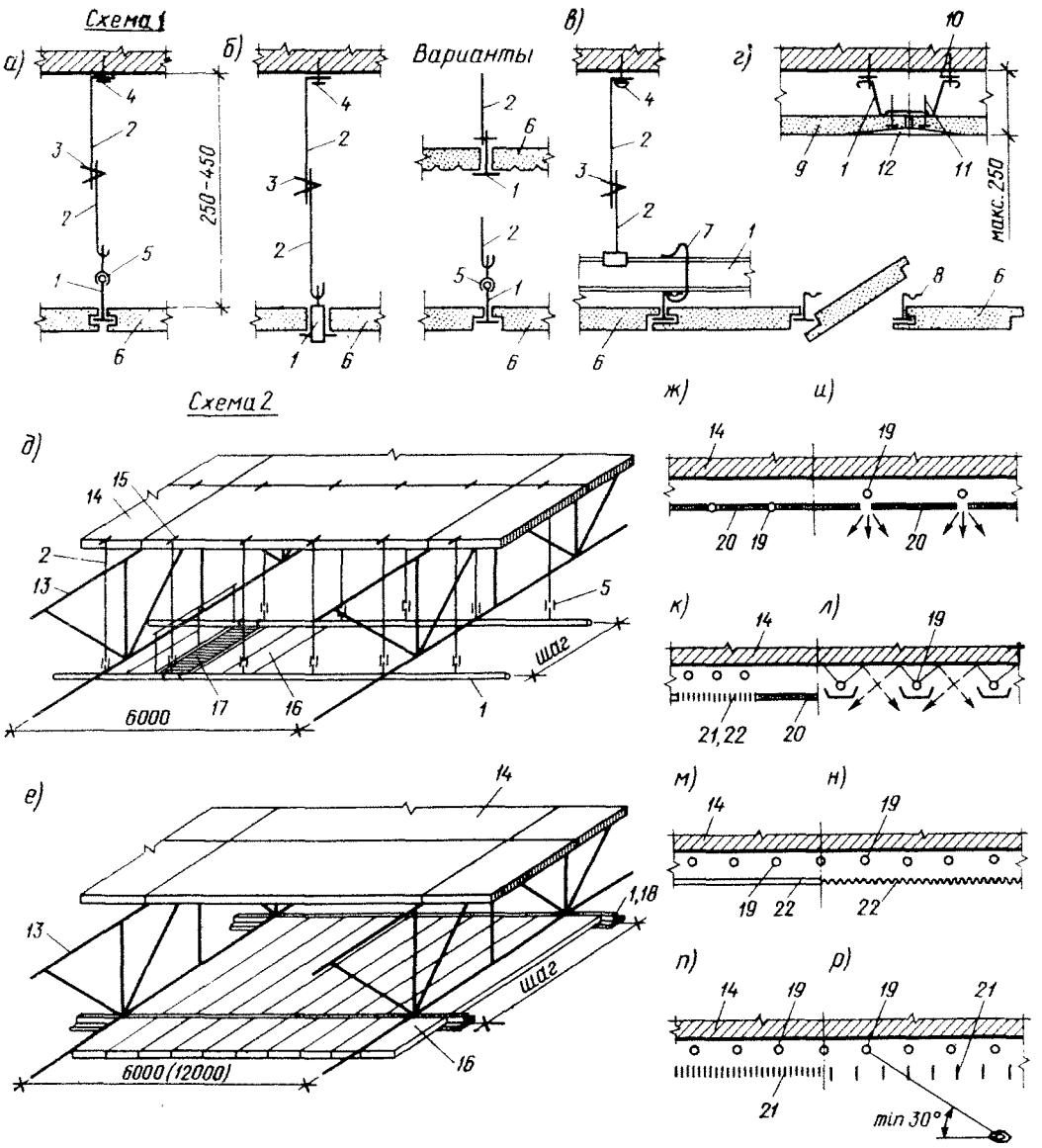


Рис. XXIII.1. Подвесные потолки:

а—г — схема *1* — непроходные (*г* — подшивные); *д*, *е* — схема *2* — проходные (*д* — обслуживание с ходовых мостиков; *е* — допускающие хождение по ним обслуживающего персонала). Потолки решенные: *ж* — глухой плоскостью со встроенными светильниками; *и* — потолочной плоскостью с узкими щелями-разрывами для размещения люминесцентных светильников; *к* — потолочной плоскостью с проемами, заполненными светорассеивающими решетками или светопропускающими плитами; *л* — освещение отраженным светом — «карнизное освещение»; *м—р* — светящиеся подвесные потолки; *1* — главный (несущий) элемент каркаса; *2* — подвеска; *3* — устройство для регулирования подвески по высоте; *4* — крепление подвески к несущей конструкции перекрытия (покрытия); *5* — крепление каркаса потолка к подвеске; *6* — лицевой элемент; *7* — хомут с отгибом-пружиной; *8* — второстепенный (направляющий) элемент каркаса; *9* — гипсокартонные листы; *10* — подшивка по месту (древесно-волокнистая плита, картон или пластик); *11* — винты с шагом 200 мм; *12* — шпаклевка по бумажной или тканевой ленте; *13* — ферма; *14* — плита покрытия; *15* — пальцы; *16* — плита подвесного потолка; *17* — ходовой мостик; *18* — металлическая или железобетонная балка; *19* — люминесцентные лампы; *20* — звукопоглощающие лицевые элементы; *21* — светорассеивающая решетка; *22* - листовой пластмассовый рассеиватель

при открытой системе подвески, несущий элемент каркаса выполняет еще и архитектурно-художественную функцию.

При проектировании подвесных потолков необходимо стремиться к применению сборных изделий, собираемых на стройке из стандартных элементов заводского изготовления, размеры которых кратны модулю 3М. Возможно применение и монолитных оштукатуренных подвесных потолков криволинейной формы, возводимых на месте строительства. Перспективны сборные блоки, представляющие собой укрупненные секции с вмонтированным инженерным оборудованием и сетями, устройством пожарной сигнализации, а иногда и средств тушения пожара. Размеры таких потолочных блоков в гражданских зданиях — 1,5×1,5 или 1,8×1,8 м.

В зависимости от назначения подвесные потолки проектируют по двум схемам: непроходные и проходные. Выбор той или иной схемы потолка зависит от необходимости доступа для обслуживания к воздуховодам, электрическим разводкам и т. п.

Непроходные подвесные потолки (рис. XXIII.1, схема 1) применяют в многоэтажных общественных зданиях, имеющих небольшую высоту помещений; обслуживание светильников и регулирование высоты потолков в этих случаях ведется снизу. Потолки подвешивают ниже перекрытия или покрытия на 250...450 мм. Лицевые элементы таких потолков или их часть должны легко сниматься и монтироваться, в связи с чем закрепление отдельных лицевых элементов потолка бывает съемным или несъемным. Применяются также подшивные потолки (рис. XXIII.1, *г*), для которых характерно отсутствие подвесок; лицевые элементы таких потолков крепятся непосредственно к перекрытию или покрытию. Они отстоят от перекрытия не более чем на 250 мм.

Проходные подвесные потолки (рис. XXIII.1, схема 2) применяются в зданиях с большими пролетами, перекрытыми фермами, при доступной для прохода высоте межферменного пространства. Обслуживание коммуникаций, а также выравнивание плоскости потолка натяжными муфтами осуществляется в этом межферменном пространстве с переходного мостика, так как хождение по подвесному потолку не допускается; при необходимости устраивают проходные подвесные потолки с применением несущих элементов (балок, плит, металлических рам и др.), допускающих хождение по ним обслуживающего персонала (рис. XXIII.1, *е*).

Подвесные потолки выполняют следующие функции: акустические (звукопоглощающие подвесные потолки); осветительные (светящиеся подвесные потолки); архитектурно-декоративные (декоративные подвесные потолки), огнезащитные, теплоизоляционные и др. Обычно подвесные потолки выполняют не одну, а несколько функций. Например, архитектурно-декоративные функции потолков взаимосвязаны с устройствами отопления, охлаждения, вентиляции, кондиционирования воздуха и с утеплением чердачного перекрытия. Потолки, предназначенные одновременно для разных функций (например, декоративных и акустических), называются многофункциональными. Название подвесному потолку дается по главной функции.

Акустические подвесные потолки обеспечивают поглощение и ослабление звуковой энергии. Необходимая акустика помещения достигается применением звукопоглощающих лицевых элементов. Осветительная функция подвесных потолков определяется архитектурно-художественным решением освещения помещений. Освещение может быть прямым или отраженным, так называемым «карнизным освещением», а также рассеянным.

При проектировании подвесных потолков необходимо уделять внимание их пожарной безопасности. Каркасы подвесных потолков выполняют из негорючих материалов. Заполнение потолков допускается выполнять из горючих материалов, за исключением

заполнений подвесных потолков в общих коридорах, на лестницах, в лестничных клетках, в вестибюлях и холлах зданий I—IVa степеней огнестойкости. Коммуникации, расположенные над подвесными потолками, выполняют из негорючих материалов. В пространстве за подвесным потолком не размещают каналов и трубопроводов для транспортирования горючих газов и пылевоздушных смесей, жидкостей. Для повышения пределов огнестойкости перекрытий (покрытий) с подвесными потолками предел их огнестойкости определяют как для единой конструкции, а предел распространения огня — отдельно для перекрытия (покрытия) и для подвесного потолка. Этот предел для подвесного потолка не должен быть более установленного для защищаемого им перекрытия (покрытия).

Выбор лицевого материала (заполнения) подвесных потолков производят исходя из функциональных требований к помещениям. Для помещений с влажностью более 70% следует применять алюминиевые сплавы, асбестоцемент, пластики, минеральную вату, стекловолокно; для помещений с повышенной пожарной опасностью — цементный фибролит, литые гипсовые плиты, плиты «акмигран», панели из стекла; для помещений с повышенными гигиеническими требованиями — алюминиевые сплавы, полимерные пленки, пластики.

XXIII.2. Детали

Главными элементами несущей части подвесных потолков является каркас и подвески. Применяются следующие типы каркасов: двухосный каркас в одном уровне, двухосный каркас в двух уровнях, одноосный каркас; применяется и бескаркасная схема.

Потолки с двухосным каркасом в одном уровне состоят из главных (несущих) и второстепенных (направляющих) элементов, расположенных перпендикулярно к главным и в одном уровне с ними; в распор, что придает конструкции большую жесткость (рис. XXIII.2, *а*). Каркас образует стандартные, модульные ячейки, размерами в плане 0,6×0,6 или 0,6×1,2 м. Для изготовления каркаса применяют тонкостенные гнутые стальные профили и прессованные профили из алюминиевых сплавов, а также элементы из дерева или пластмасс. В ячейки каркаса закладываются лицевые элементы (заполнение).

В интерьере помещения потолки с открытым каркасом отличаются четко выраженным рисунком, образованным несущими элементами каркаса потолка.

Подвесные потолки с двухосным каркасом в двух уровнях отличаются от предыдущей схемы тем, что направляющие элементы располагаются ниже главных, непосредственно под ними (рис. XXIII.2, *б*).

Разновидностью двухосного каркаса в двух уровнях при относе служит традиционная конструкция с «черным» каркасом на подвесках (рис. XXIII.2, *б*, вариант). В этой схеме направляющие элементы — «чистый» каркас, располагаются ниже «черного» несущего каркаса при относе от него на высоту подвесок. В качестве направляющих применяют двутавры из алюминиевых сплавов и др. Расстояние между ними фиксируется «гребенками».

Подвесные потолки с одноосным каркасом состоят из несущих элементов каркаса, являющихся одновременно направляющими. Они расположены параллельно друг другу на расстоянии до 1,5 м (рис. XXIII.2, *в*). Элементы каркаса выполняют из гнутых профилей из тонколистовой стали, из труб или из прокатных профилей. В потолках с одноосным каркасом повышаются требования к жесткости потолка, которая достигается применением подвесок и лицевых элементов жесткой формы (реек из алюминиевых сплавов, светорассеивающих решеток, щитов, волнистых пластмассовых листов).

Бескаркасные подвесные потолки имеют лицевые элементы, снабженные по контуру ребрами (плиты с металлической рамой, светорассеивающие решетки), которые крепят к подвескам непосредственно с помощью сварки

или крючков или опирают углами на металлические шайбы — «столики» (рис. XXIII.2, *г*). Размеры таких лицевых элементов колеблются от 0,6×1,2 до 6×6 м.

Подвески состоят, как правило, из двух частей и устройства для регулирования высоты подвески. Подвески бывают гибкие и жесткие. К гибким относятся подвески, выполненные из оцинкованной стальной проволоки ∅ 2,3...3 мм со скруткой, из лент толщиной 0,6...0,8 мм; к жестким — из круглых стержней ∅ 5...10 мм, из полос сплошных и перфорированных толщиной 2...4 мм с щелевыми отверстия-

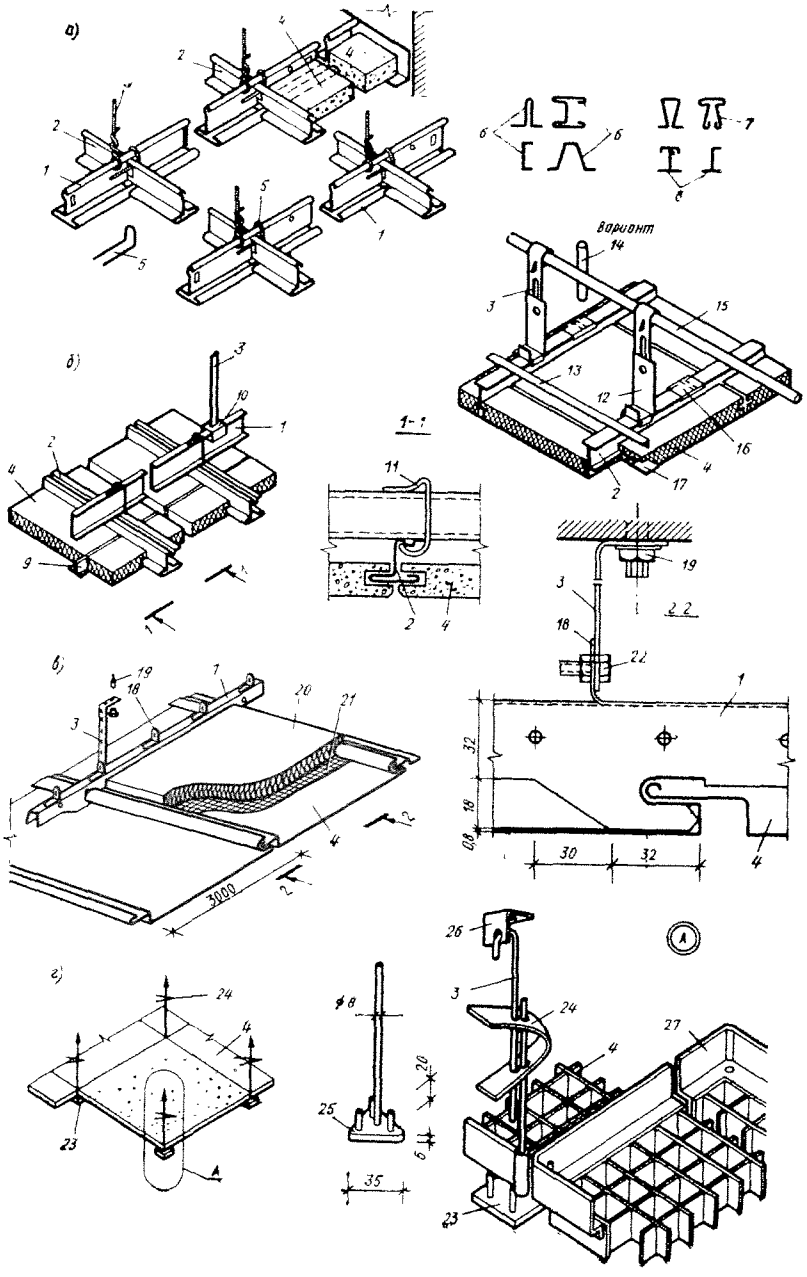


Рис. XXIII.2. Типы каркасов подвесных потолков:

а — двухосный каркас в одном уровне; *б* — двухосный каркас в двух уровнях с расположением направляющих элементов каркаса непосредственно под главными; вариант — разновидность двухосного каркаса в двух уровнях при относе — традиционная конструкция с «черным» каркасом на выпусках; *в* — одноосный каркас; *г* — бескаркасные подвесные потолки; *1* — главные (несущие) элементы каркаса; *2* — второстепенные (направляющие) элементы каркаса; *3* — подвеска; *4* — лицевой элемент; *5* — шплинт; *6* — гнутые профили; *7* — гнутые профили замкового типа; *8* — прессованные профили из алюминиевых сплавов; *9* — стальная шпонка таврового сечения; *10* — насадка; *11* — хомут с отгибом-пружиной; *12* — скоба подвески; *13* — гребенка; *14* — выпуск арматуры; *15* — «черный» каркас; *16* — соединительная накладка; *17* — фибровая уплотнительная шпонка; *18* — верхний вырубный язычок для крепления несущего профиля к подвеске; *19* — дюбель-винт ∅ 4,5 мм с гайкой и шайбой; *20* — минераловатная плита на синтетической связке толщиной 30 мм; *21* — стеклоткань или полимерная (полиэтилентерефталатная) пленка — ПЭТФ; *22* — болт; *23* — шайбы — «столики» для опоры на них кассет или светорассеивающих решеток с квадратной формой ячеек; *24* — хомут-пружина; *25* — то же, с шестигранной формой ячеек; *26* — уголок; *27* — ребро по контуру

ми, позволяющими производить регулировку потолка по высоте (рис. XXIII.3, XXIII.4). Шаг подвесок желательно принимать 1,2...1,5 м; для легких подвесных потолков, в которых светильники не опираются на каркас потолка, шаг может быть увеличен до 2,0...2,2 м.

Для крепления подвесок к железобетонным несущим конструкциям применяются следующие способы: крепление подвесок к выпускам арматуры ∅ 10...14 мм, заложенным в швы между плитами при их монтаже; на встреливаемых дюбелях-винтах с гайками и шайбами; с помощью специальных деталей, устанавливаемых в швы железобетонных плит перекрытия, например, пружинящихся хомутов из полос с высечками или полосовых подвесок с пружинами «жучок» (см. рис. XXIII.3).

В случаях крепления подвесок к нижнему поясу металлических балок

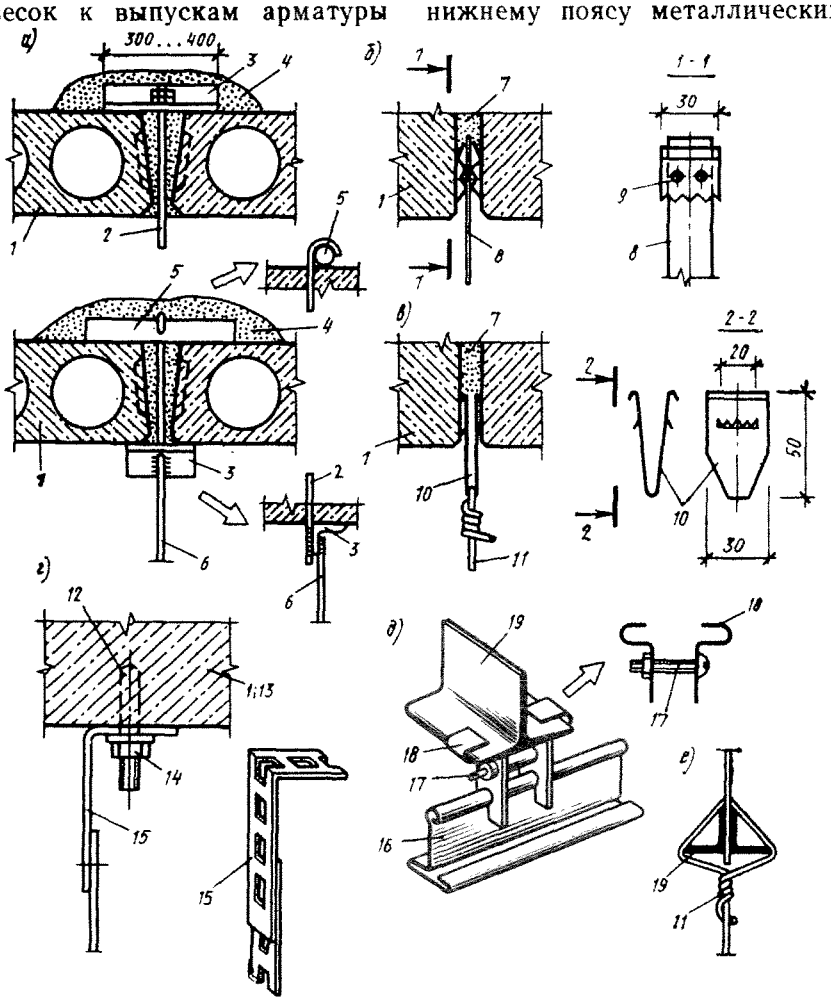


Рис. XXIII.3. Детали крепления подвесок:

а—в — к железобетонным плитам перекрытия (покрытия); *г* — встреливаемыми дюбелями; *д, е* — к стальным элементам перекрытия (покрытия); *1* — железобетонная плита; *2* — выпуск арматуры; *3* — уголок; *4* — цементный раствор; *5* — палец ∅12 мм; *6* — подвеска; *7* — шов между плитами; *8* — полосовая подвеска с пружиной «жучок»; *9* — заклепки; *10* — пружинный хомут из полосы с высечками; *11* — подвеска из проволочной скрутки; *12* — дюбель-винт; *13* — свод, оболочка, купол; *14* - гайка с шайбой; *15* — подвеска из перфорированной полосы; *16* — несущий элемент подвесного потолка; *17* — болт; *18* фигурная скоба; *19* — несущий элемент перекрытия (покрытия)

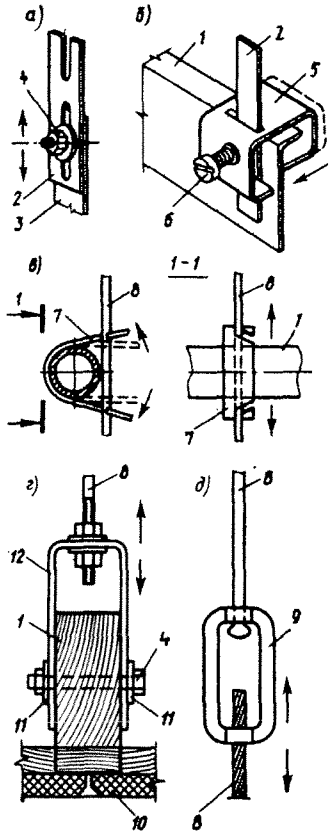


Рис. XXIII.4. Устройства, позволяющие регулировать длину подвесок:

а, б — при перемещении пластин; *в* — с использованием хомутов для фиксации стержня; *г, д* — при перемещении стержня с резьбой; *1* — несущий элемент каркаса; *2* — подвеска из полосы; *3* — подвеска несущего каркаса; *4* — болт; *5* — насадка; *6* — винт; *7* — пружинный хомут, снабженный боковыми вырубками; *8* — подвеска из круглого стержня; *9* — натяжная муфта; *10* — минераловатные плиты; *11* — шайба; *12* — скоба

или ферм применяют двойные скобы с болтами, охватывающие полки двутавровых балок, и проволочные скрутки.

К монолитным покрытиям (сводам, оболочкам, куполам) подвески крепят на встреливаемых дюбелях-винтах с гайками и с шайбами, а также с помощью закладных петель, заанкеренных в монолитном железобетоне во время монтажа.

Лицевые элементы (заполнение) делятся на: акустические (звукопоглощающие, звукоотражающие и звукоизоляционные), светящиеся, декоративные, огнезащитные и др.

Звукопоглощающие лицевые элементы для акустических подвесных потолков бывают однослойные и двухслойные. Однослойные — это пористые и пористоволокнистые плиты (рис.

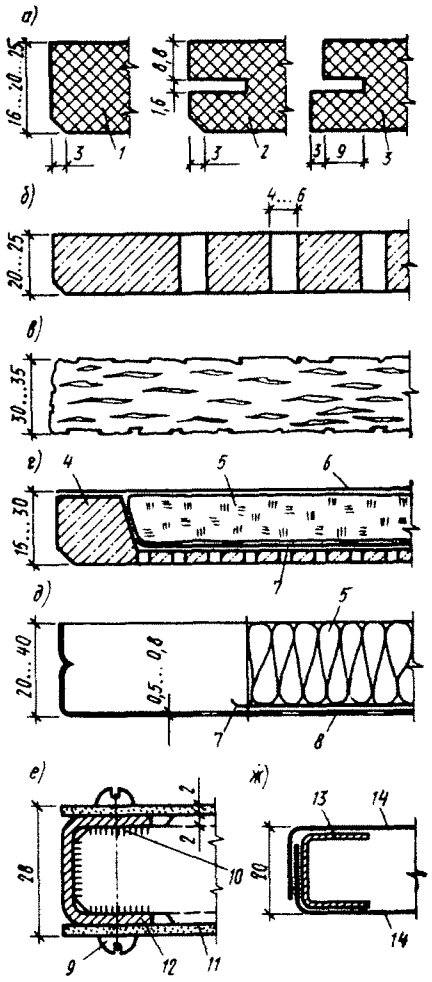


Рис. XXIII.5. Лицевые элементы подвесных потолков:

а—в — однослойные звукопоглощающие (*а* — примеры обработки боковых граней плит; *б* — минераловатная плита на синтетическом вяжущем с перфорацией; *в* — цементно-фибролитовая плита); *г, д* — двухслойные звукопоглощающие (*г* — гипсовая перфорированная плита; *д* — из листового металла); *е, ж* — детали светопропускающих плит; *1* — с фаской; *2* — с фаской и прорезью; *3* — с фаской, прорезью и высечкой сверху; *4* — гипс; *5* — звукоизоляция; *6* — алюминиевая фольга; *7* — ткань или папиросная бумага; *8* — металлическая плита; *9* — винт; *10* — сварка; *11* — светопрозрачный листовой пластик; *12* — алюминиевый профиль; *13* — стальной гнутый профиль; *14* — поливинилхлоридная пленка

XXIII.5) массой от 1,5...2 до 8... 9 кг/м². Плиты могут иметь перфорацию. Однослойные плиты выполняют из минеральной ваты с различными вяжущими. Наиболее часто применяют плиты «акмигран» и «акминит», обладающие высокими декоративными свойствами. Применяют также литые гипсовые плиты с добавками стекловолокна, листы сухой гипсовой штукатурки, реже стекловолокнистые, цементно-фибролитовые, древесно-волокнистые плиты. Однослойные плиты крепят к несущим элементам подвесных потолков шурупами или путем насадки на остроконечные кляммеры. Плиты «акмигран» и «акминит» вдвигают в направляющие элементы потолка (рис. XXIII.2, вариант) или их укладывают на нижние полки каркаса, или приклеивают специальными мастиками непосредственно к жесткой поверхности перекрытия.

Двухслойные звукопоглощающие лицевые элементы состоят из мягкого звукопоглощающего материала, укладываемого по перфорированным металлическим или асбестоцементным листам (рис. XXIII.5) или гипсовым плитам. В качестве лицевого слоя наиболее рациональны, но дороги, металлические плиты, длинномерные рейки и рейки с нащельниками. Металлические плиты изготовляют из листов анодированной или нержавеющей стали или из алюминиевых сплавов толщиной 0,5...0,8 мм размерами от 0,6×0,6 до 0,6×3,0 м. Применяют плиты плоские и объемные с гладкой или гофрированной поверхностью. Края плиты отгибают, образуя борта высотой 20...40 мм, которые придают плите жесткость и используются для крепления плиты с каркасом и друг с другом. Рейки и нащельники изготовляют из лент алюминиевых сплавов.

В качестве звукоизоляционного слоя в двухслойных лицевых элементах применяют мягкие минераловатные и стекловолокнистые маты, плиты и т. п. Между перфорацией и звукопоглощающим материалом прокладывают слой из стеклоткани, бязь или тонкую папиросную бумагу черного цвета. Прокладочный слой предназначается для предотвращения попадания мягких частиц звукопоглощающего материала в помещение и одновременно для придания дну перфорации одинакового цвета. В качестве лицевых элементов светящих подвесных потолков применяют листовой пластмассовый рассеиватель из волнистого молочного оргстекла или светопропускающие плиты.

XXIV Глава. Полы

XXIV.1. Проектные решения

Полы должны удовлетворять требованиям прочности и сопротивляемости износу, архитектурно-декоративным, достаточной эластичности и бесшумности, гигиеническим и экономическим и удобства уборки. В жилых помещениях применяют полы из материалов, обеспечивающих оптимальные показатели теплоусвоения поверхности, так называемые «теплые» полы: дощатые, паркетные, из линолеума и др. В санитарных узлах, душевых, в кухнях полы должны быть водонепроницаемыми, например, из керамических плиток. Выбор типа пола в общественных зданиях всегда является сложным вопросом, требующим от архитектора профессионального знания и опыта. Так, в общежитиях, гостиницах, кабинетах врачей, детских помещениях, в административных зданиях, в театрах, кинотеатрах применяют полы из материалов, обладающих малым коэффициентом теплоусвоения, например, дощатые, паркетные (см. § VIII.3), из линолеума, ковровые и др. При выборе пола для торговых залов магазинов, предприятий общественного питания и др., удаленных от наружных входных дверей более чем на 20 м, а также расположенных на втором и последующих этажах здания, теплотехнические свой-

ства материалов уже не имеют главного значения; главное свойство полов — истираемость. В этих помещениях кроме теплых полов применяют также и холодные, такие, как бетонные, мозаичные (терраццо) шлифованные, керамические и полы из шлакоситалла. В банях, прачечных, душевых, мойках, заготовительных помещениях предприятий общественного питания полы должны быть водонепроницаемыми, например из керамических, шлакоситалловых плит, бетонные или мозаичные шлифованные.

Выбор покрытия пола в промышленном здании зависит от условий эксплуатации и от условий строительства. Так, например, в производственных помещениях при значительных механических воздействиях, при обслуживании производства транспортом (в том числе на гусеничном ходу), а также в подкрановых эстакадах, на складах металла необходимо применять бетонные, металлоцементные, каменные булыжные и другие полы.

Для полов производственных помещений со взрывоопасным производством (мукомольное производство, приготовление древесной муки) необходимо применять полы, которые легко очищаются от пыли, а также необходимо обеспечить безыскровость пола, т. е. невозможность образования искры при ударах металлическими или каменными предметами. Такими полами являются полы из мозаичных (терраццо) и ксилолитовых плит, из бетонных и цементно-песчаных плит и др.

В помещениях, к которым предъявляются требования диэлектричности или безыскровости, а также в помещениях, в которых обработка деталей происходит на полу и возможно падение предметов, повреждение которых недопустимо, применяются: деревянные торцовые при относительной влажности воздуха в помещении не более 60 °С, асфальтобетонные и т. д.

При выборе покрытия полов в помещениях с применением ядовитых веществ на производстве требуется учитывать необходимость очистки и обезвреживания их поверхности. Полы из шлакоситалла, керамических и кислотоупорных плит удовлетворяют этим требованиям. На предприятиях, размещаемых в многоэтажных зданиях, иногда необходимо обеспечить маслонепроницаемость полов. В таких помещениях рекомендуется применять бетонные или цементно-песчаные, монолитные или из плит, мозаичные (терраццо) полы, допускается также применение полов из жаро- или кислотоупорного бетона, металлоцементных, из клинкерного или кислотоупорного кирпича плашмя и т. д.

XXIV.2. Конструктивные решения

Конструкция пола состоит из ряда последовательно лежащих слоев (см. разд. II, гл. VIII).

Полы из штучных материалов — это паркетные, из паркетных досок, дощатые, из линолеума, керамических и других плиток, клинкерные и др.

Паркетные полы из штучного паркета устраивают в жилых и общественных зданиях по междуэтажным перекрытиям и на грунте (рис. XXIV.1). Конструкция паркетных полов и последовательность слоев зависят от типа междуэтажного перекрытия здания.

При укладке штучного паркета по железобетонным плитам устраивается цементно-песчаная стяжка. Плиты (пустотные) могут не обеспечивать необходимой звукоизоляции от ударного звука, поэтому их утяжеляют цементно-песчаной стяжкой, по которой наклеивают паркет с прослойкой из холодной мастики на водостойких вяжущих. Для улучшения звукоизоляции от ударных звуков, на стяжку на горячем битуме наклеивают слой из древесно-волокнистых плит и уже по нему наклеивают паркет.

В зимнее время, когда работа с цементно-песчаным раствором затруднена, вместо цементно-песчаной стяжки применяют стяжку из литого асфальтобетона. При укладке штучного паркета по сплошным (беспустотным) плитам толщиной более 140 мм утяжелять пе-

рекрытие не требуется (рис. XXIV.2). В качестве стяжки под паркетные полы применяют также сборные бетонные, газобетонные, ксилолитовые или фибролитовые плиты, укладываемые насухо по песчаному слою или по звукоизоляционным прокладкам с соединением их между собой посредством гребней и пазов (рис. XXIV.2, *е*).

Настилка штучного паркета выполняется «в елку» без фризов, «в елку» с фризами (рис. XXIV.3), квадратами.

Мозаичный наборный паркет толщиной 8...12 мм изготовляют из мелких и крупных клепок, которые собирают в квадраты с зазорами 5 мм (рис. XXIV.4, *а*). На лицевую поверхность квадратов наклеивают бумагу. Отсутствие шпунтовых соединений облегчает укладку мозаичного паркета, но вместе с тем выдвигает более строгие требования к «ровности» подстилающих слоев (плите перекрытия, стяжке). Мозаичный паркет укладывают по прослойке из холодной мастики на водостойких вяжущих по плите перекрытия, если плита имеет ровную поверхность, по цементно-песчаной или ксилолитовой стяжке, или по стяжке из легкого бетона. Мозаичный паркет укладывают тыльной, свободной от бумаги, стороной, после чего поверхность паркета смачивают и бумагу с клеем снимают.

Полы из паркетных досок применяют в жилых и общественных зданиях. Полы из паркетных досок настилают по междуэтажным перекрытиям (рис. XXIV.5) и на лаги по бетону в подвальных помещениях. Устройство полов из паркетных досок сводится к их монтажу по уложенным на перекрытии

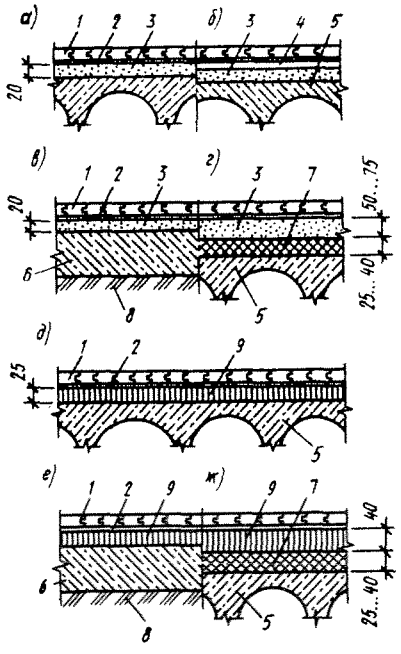


Рис. XXIV.1. Полы из штучного паркета:

а, б, д — на многопустотных плитах междуэтажных перекрытий; *г, ж* — над проездом или сквозным этажом; *в, е* — на грунте; *1* — паркет; *2* — прослойка из холодной мастики на водостойких вяжущих; *3* — стяжка из цементно-песчаного раствора; *4* — древесно-волокнистая плита; *5* — многопустотная плита междуэтажного перекрытия; *6* — подстилающий слой (подготовка); *7* — тепло- или звукоизоляционный слой; *8* — утрамбованный грунт; *9* — стяжка из асфальтобетона

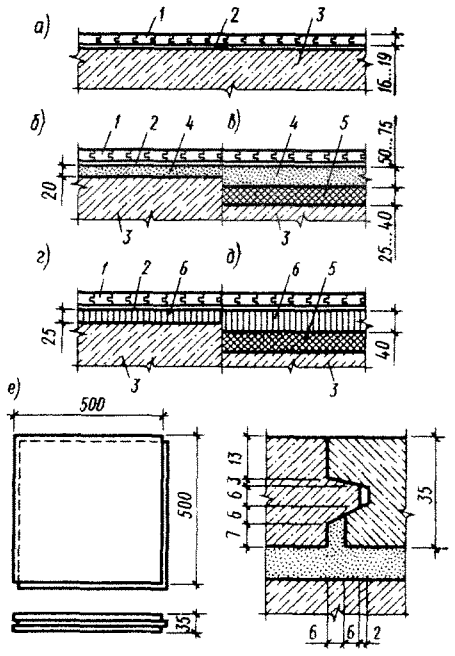


Рис. XXIV.2. Полы из штучного паркета:

а, б, г — по сплошным плитам междуэтажных перекрытий; *в, д* — над проездом или сквозным этажом; *е* — общий вид бетонных плит для устройства основания под паркетные полы и деталь их стыка; *1* — паркет; *2* — прослойка из холодной мастики на водостойких вяжущих; *3* — сплошная плита междуэтажного перекрытия; *4* — стяжка из цементно-песчаного раствора; *5* — тепло- или звукоизоляционный слой; *6* — стяжка из асфальтобетона

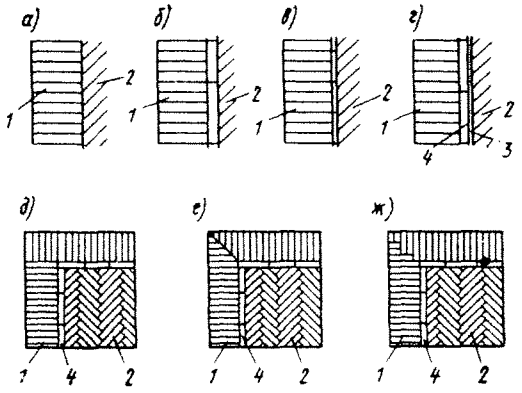


Рис. XXIV.3. Паркетный пол «в елку» с фризами:

а — без окантовки; *б* — с линейкой; *в* — с жилкой; *г* — с линейкой и жилкой; *д—ж* — соединение фризовых рядов в углах помещения (*д* — по типу «корзинка»; *е* — «на ус»; *ж* — лесенкой); *1* — фриз; *2* — елка; *3* — жилка; *4* — линейка

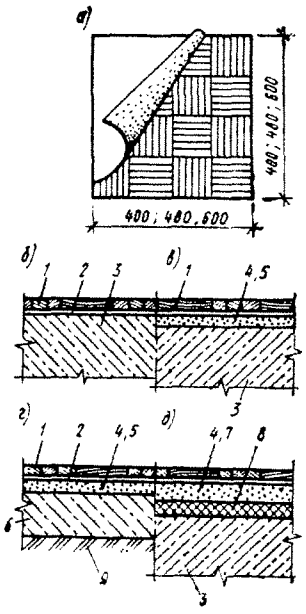


Рис. XXIV.4. Полы из мозаичного наборного паркета:

а — общий вид; *б* — по плите перекрытия с ровной поверхностью; *в* — по плите перекрытия с неровной поверхностью; *г* — на грунте; *д* — над проездом или сквозным этажом; *1* — мозаичный наборный паркет; *2* — прослойка из холодной мастики на водостойких вяжущих; *3* — плита перекрытия; *4* — стяжка из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм; *5* — стяжка из ксилолита толщиной 15 мм; *6* — бетонный подстилающий слой; *7* — стяжка из легкого бетона толщиной 20 мм; *8* — тепло- или звукоизоляционный слой; *9* — утрамбованный грунт

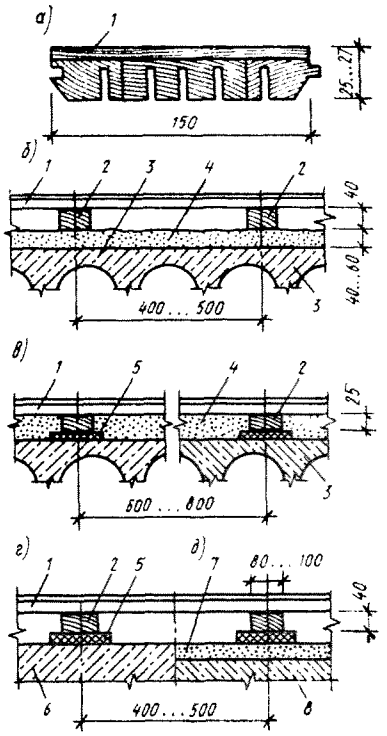


Рис. XXIV.5. Полы из паркетных досок:

а — паркетная доска (сечение); *б, в* — на многопустотных плитах междуэтажного перекрытия; *г, д* — на сплошных плитах междуэтажного перекрытия; *1* — паркетная доска; *2* — лага; *3* — плита перекрытия; *4* — песчаная засыпка; *5* — звукоизоляционные прокладки; *6* — плита перекрытия с ровной поверхностью; *7* — стяжка из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм; *8* — плита перекрытия с неровной поверхностью

лагам, к которым они прибиваются гвоздями.

При устройстве полов из паркетных досок по многопустотным плитам по последним устраивают песчаную засыпку толщиной 40...60 мм для увеличения массы перекрытия (улучшение звукоизоляции от воздушных звуков) и выравнивания поверхности плит.

При устройстве полов из паркетных досок по перекрытиям из сплошных плит толщиной не менее 140 мм паркетные доски настилают по лагам и прокладкам без песчаных засыпок.

Полы из линолеума, релина, поливинилхлоридных плиток характеризуются большим сопротивлением истиранию, продавливанию, большой упру-

гостью и низким водопоглощением. Укладывают линолеум, релин, поливинилхлоридные плитки на мастике по цементно-песчаной стяжке или по стяжке из легкого бетона толщиной 20 мм (рис. XXIV.6, *а*), по древесно-волокнистой плите толщиной 4...5 мм, уложенной по тепло- или звукоизоляционному слою (рис. XXIV.6, *б*). Линолеум на теплозвукоизолирующей (упругой) подоснове (тапифлекс) укладывают по сплошной плите перекрытия толщиной не менее 140 мм без промежуточных слоев (рис. XXIV.6, *д*). Линолеум на теплозвукоизолирующей подоснове поставляют на строительные объекты сложенным в ковры размером на комнату, так как покрытие пола из этого материала не должно содержать стыков, в которые может попасть вода при мытье пола. Ковры расстилают по поверхности перекрытия и прихватывают плинтусами по периметру комнаты. Такой пол благодаря его эластичности обладает хорошей звукоизоляцией от ударного и воздушного шумов, бесшумен, гигиеничен, прочен и долговечен.

Полы из керамических (метлахских) и шлакоситалловых плит обладают значительной стойкостью и высокой прочностью к истиранию. К недостаткам полов относится жесткость

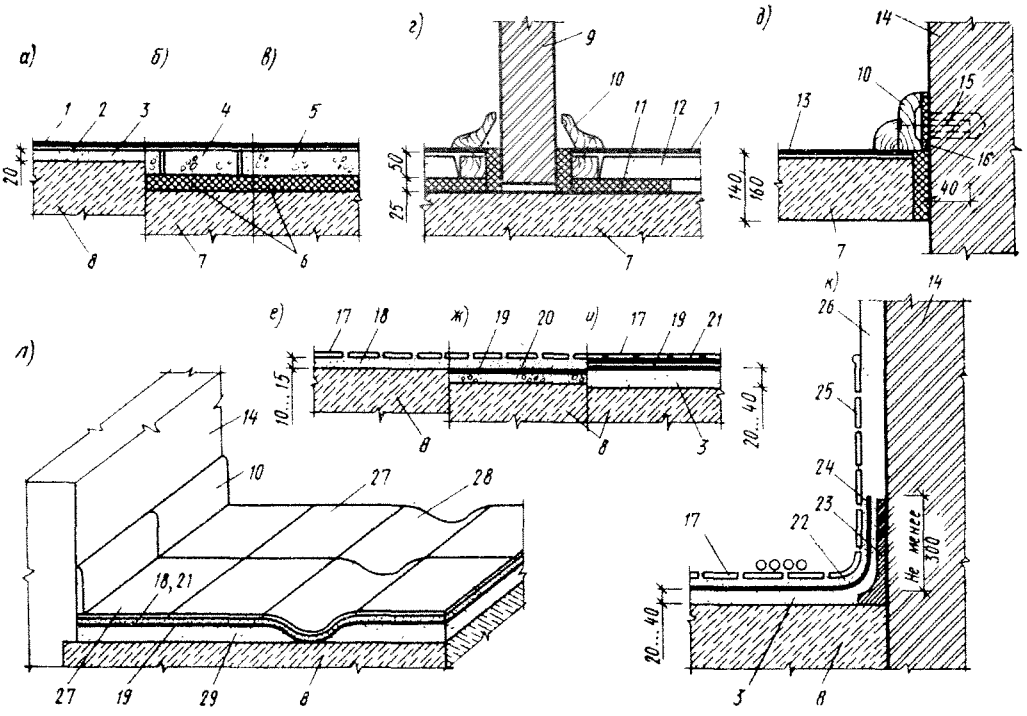


Рис. XXIV.6. Полы из листовых и штучных материалов:

а—г — из линолеума (*б* — то же, над холодным подвалом, проездом или сквозным этажом; *в* — из линолеума раздельный пол по панели основания); *д* — из линолеума на теплозвукоизолирующей (упругой) подоснове (тапифлекс); *е—к* — из керамических плиток; *л* — из шлакоситалловых плит; *1* — линолеум, релин, поливинилхлоридные плитки; *2* — прослойка из холодной мастики на водостойких вяжущих; *3* — стяжка из цементно-песчаного раствора; *4* — стяжка из бетонных или легкобетонных плит; *5* — панельное основание пола; *6* — тепло- или звукоизоляционный слой; *7* — плита, перекрытия; *8* — подстилающий слой или плита перекрытия; *9* — перегородка; *10* — плинтус; *11* — звукоизоляционная полужесткая древесно-волокнистая прокладка; *12* — гипсобетонная плита; *13* — линолеум на теплозвукоизолирующей (упругой) подоснове (тапифлекс); *14* — стена; *15* — деревянные пробки через 1...1,2 м на алебастровом растворе; *16* — алебастровый картон или обрезок линолеума; *17* — керамическая плитка; *18* — прослойка из цементно-песчаного раствора; *19* — гидроизоляционный слой; *20* — шлакобетон; *21* — прослойка и заполнение швов из битумной или дегтевой мастики; *22* — прослойка из кислотоупорного раствора на жидком стекле; *23* — прослойка из битума; *24* — полиэтиленовая пленка (гидроизоляция); *25* — защитный плинтус; *26* — цементно-песчаная штукатурка; *27* — шлакоситалловая плитка; *28* — лоток мелкого профиля; *29* — бетонный слой для придания уклона

и большая величина теплоусвоения (холодные полы), а также значительная построечная трудоемкость. Керамические и шлакоситалловые плиты в сухих помещениях (вестибюли, лестничные клетки и др.) укладывают по прослойке из цементно-песчаного раствора на бетонный подстилающий слой или плиту перекрытия. Для защиты перекрытий от увлажнения жидкостями под прослойкой из цементно-песчаного раствора располагают гидроизоляционный слой или плитки укладывают по гидроизоляционному слою по прослойке из битумной или дегтевой мастики (рис. XXIV.6). Для защиты перекрытия от кислот и их растворов плитки на гидроизоляционный слой укладывают по прослойке из кислотоупорного раствора на жидком стекле. При индустриальных методах строительства керамические плитки укладывают в заводских условиях на сборные плиты перекрытий.

Полы из бетонных, цементно-песчаных и мозаичных плит, а также каменные литые, эбонитовые плиты укладываются на бетонный подстилающий слой или плиту перекрытия аналогично укладке керамических и шлакоситалловых плит (рис. XXIV.6, *е—к*).

Каменные полы выполняют из брусчатки диабаза или гранита. Различают три сорта брусчатки: низкая, средняя и высокая, имеющие при ширине 120...150 мм, длине 150...250 мм высоту 100 мм (низкая), 110...130 мм (средняя) и 140...160 (высокая). По форме брусчатка приближается к параллелепипеду или кубику. В первом случае брусчатку укладывают тычком к тычку, а в последнем — веерообразно. Укладывают брусчатку непосредственно по песчаному плотно укатанному подстилающему слою или (при больших нагрузках) по прослойке из песка или цементно-песчаного раствора, во влажных помещениях брусчатку — по прослойке из битумной или дегтевой мастики по слою гидроизоляции; при воздействии на пол кислот или щелочей — по прослойке из кислотоупорного раствора на жидком стекле (рис. XXIV.7). Швы между брусчаткой заполняют материалом, из которого выполнена прослойка.

Клинкерный пол выполняют из клинкера В30, малопористого кирпича, обожженного до спекания, происходящего при температуре 1180...1250 °С. Клинкер в зависимости от нагрузок укладывают на ребро или плашмя параллельными, диагональными рядами или «в елку». Укладка клинкера в конструкцию аналогична укладке брусчатки; в отличие от последней клинкер может укладываться и на междуэтажное перекрытие (плашмя) на рабочих площадках (рис. XXIV.7, *д*).

Металлические полы из чугунных плит очень прочные, но жесткие и скользкие. Чугунные плиты изготовляют квадратные двух типов: с опорными выступами (рис. XXIV.7, *е, ж*) и дырчатые. Лицевая поверхность плит с опорными выступами бывает гладкая и рифленая. Чугунные плиты с опорными выступами укладывают на нежесткий подстилающий слой (песчаный, гравийный, щебеночный) по песчаной прослойке. Крайний ряд чугунных плит закрепляют анкерами (рис. XXIV.7, *ж*).

Торцовый пол устраивают из деревянных шашек, уложенных так, чтобы волокна древесины имели вертикальное направление. Шашки изготовляют из обрезков сосновых бревен шестигранными или прямоугольными. Их антисептируют (пропитывают креозотом под давлением) и укладывают торцом на подстилающий слой или плиту перекрытия по песчаной прослойке толщиной 10...15 мм (рис. XXIV.7, *и*).

Сплошные бесшовные полы — это мастичные, цементные, бетонные, асфальтобетонные и др. Мастичные полы — поливинилацетатные и полимерцементные устраивают по стяжке из цементно-песчаного раствора или из легкого бетона толщиной 20 мм или 40...50 мм, если покрытие устраивают по тепло- или звукоизоляционному слою (рис. XXIV.8, *в*). Цвет полов может быть любой. Толщина слоя поли-

винилацетатного покрытия 3...4 мм; полимерцементного — 8 мм.

Бетонные и цементные полы наибольшее применение получили в промышленных зданиях. В качестве заполнителя бетонных полов применяют мелкие фракции каменных материалов из гранита, гравия. Для помещений, в которых требуется безыскровость пола, в качестве заполнителя применяют известковый щебень. Цементные полы представляют собой слой жирного цементно-песчаного раствора. Бетонные или цементные покрытия имеют толщину 20...50 мм, которая зависит от механических воздействий на полы. Укладывают полы на бетонный подстилающий слой, плиту перекрытия (рис. XXIV.8, *г*) или на стяжку из цементного раствора толщиной 40 мм, если по плите перекрытия расположен тепло- или звукоизоляционный слой.

Металлоцементные полы выполняют из бетона с добавками стальных или чугунных опилок и стружки с крупностью зерен не более 5 мм, которые перед применением обезжириваются прокаливанием.

Мозаичные полы (терраццо) выполняют из портландцемента с заполнителями из шлифующихся и полирующихся каменных пород, например, из мра-

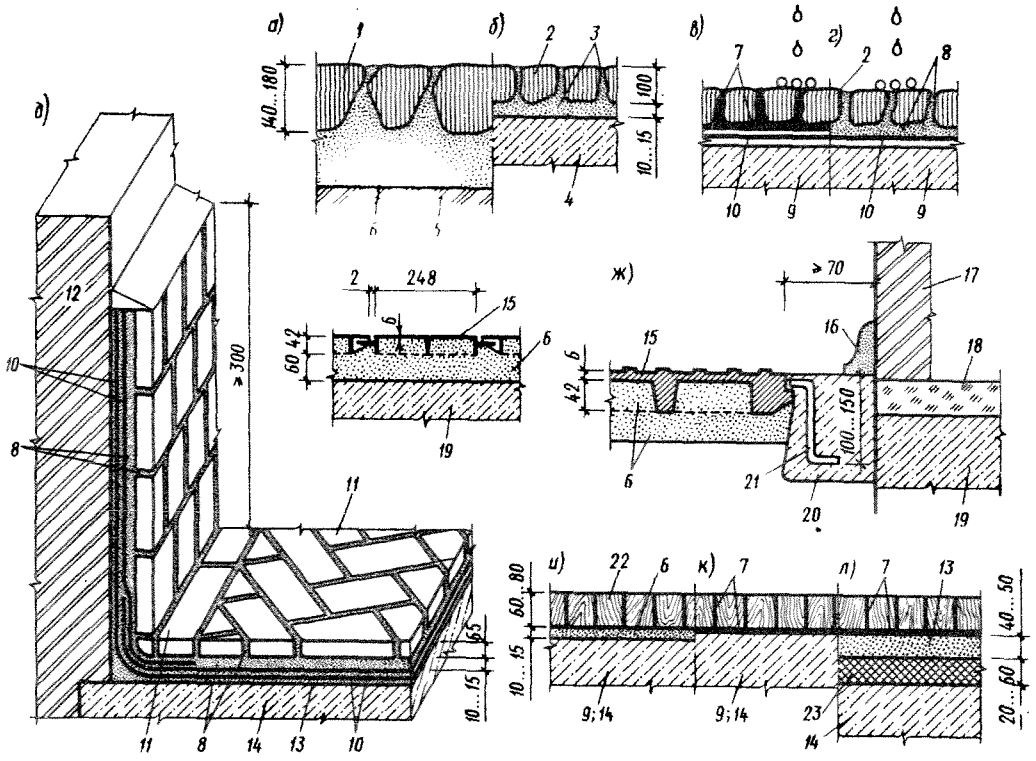


Рис. XXIV.7. Полы из штучных материалов:

а — булыжный пол; *б—г* — пол из мелкой брусчатки; *д* — примыкание клинкерного пола к стене; *е, ж* — пол из чугунных плит с опорными выступами (*ж* — деталь примыкания пола из чугунных плит к стене); *и—л* — торцовый пол (*л* — то же, над проездом, сквозным этажом или холодным подвалом); *1* — булыжник; *2* — мелкая брусчатка (кубик); *3* — слой песка или цементно-песчаный раствор; *4* — нежесткий подстилающий слой; *5* — утрамбованный грунт; *6* — песок; *7* — прослойка и заполнение швов битумной или дегтевой мастикой; *8* — кислотоупорный раствор на жидком стекле; *9* — связный подстилающий слой — асфальтобетонный, дегтебетонный, бетонный; *10* — гидроизоляционный слой; *11* — клинкерный кирпич; *12* — стена; *13* — стяжка из цементно-песчаного раствора; *14* — плита перекрытия; *15* — чугунная плита с опорными выступами; *16* — плинтус из цементно-песчаного раствора; *17* — стена или перегородка; *18* — покрытие; *19* — подстилающий слой или плита перекрытия; *20* — бетон; *21* — крючки из круглой стали диаметром 10 мм через 0,5 м; *22* — прямоугольная шашка; *23* — тепло- или звукоизоляционный слой

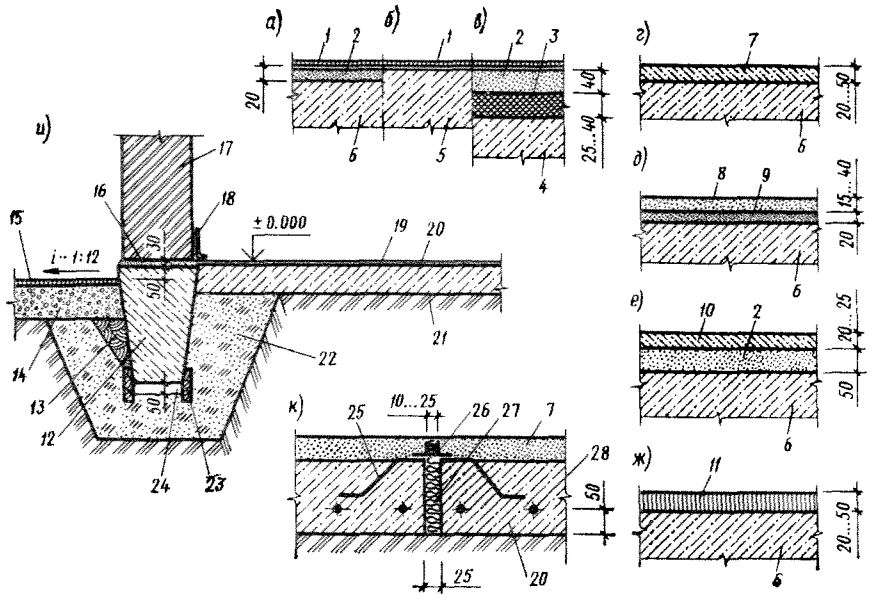


Рис. XXIV.8. Сплошные бесшовные полы:

а—б — мастичные; *в* — то же, над проездом, сквозным этажом или холодным подвалом; *г* — бетонный или цементный; *д* — металлоцементный; *е* — мозаичный (терраццо); *ж* — асфальтобетонный; *и* — вариант примыкания пола к наружной стене; *к* — пример деформационного шва в полах на грунте; *1* — мастичный пол; *2* — стяжка из цементно-песчаного раствора; *3* — тепло- или звукоизоляционный слой; *4* — плита перекрытия; *5* — плита перекрытия с ровной поверхностью; *6* — подстилающий слой или плита перекрытия; *7* — бетонный или цементный пол; *8* — металлоцементный пол; *9* — прослойка из цементно-песчаного раствора; *10* — мозаичный пол (терраццо); *11* — асфальтобетонный пол; *12* — фундаментная балка; *13* — глиняный замок; *14* — щебеночная подготовка; *15* — асфальт; *16* — гидроизоляция — цементный раствор; *17* — стена; *18* — плинтус из полимерных материалов на мастике; *19* — цементный пол; *20* — бетонный подстилающий слой; *21* — утрамбованный грунт; *22* — шлак; *23* — просмоленные доски; *24* — воздушная прослойка; *25* — анкеры из полосовой стали — 4×40 мм через 0,5 м; *26* — окаймленные из уголковой стали; *27* — заполнение деформационного шва; *28* — круглая сталь диаметром 12 . . . 14 мм

мора, известняка. Мозаичные полы толщиной 20 . . . 25 мм укладывают на подстилающий слой или плиту перекрытия по стяжке из цементно-песчаного раствора (рис. XX.IV.8, *е*). Для предупреждения образования усадочных трещин на поверхности пола, а также для создания рисунка пола его разделяют на части длиной не более 2 м тонкими рейками толщиной от 1 до 3 мм из металла, стекла или шифера.

Асфальтобетонные полы экономичны и водонепроницаемы. К недостаткам их следует отнести большую деформативность под продолжительной нагрузкой и недостаточную гигиеничность. Их применяют главным образом в гаражах, автостоянках, а также в подвальных помещениях, где они могут служить гидроизоляционным слоем, защищающим помещение от грунтовых вод (рис. XXIV.8, *ж*).

Устройства примыканий полов к стенам должны устранять возможность передачи звуков и, если необходимо, осуществлять вентиляцию подпольного пространства. Примыкание полов, расположенных на грунте, к стенам, колоннам и другим несущим конструкциям устраивают так, чтобы можно было обеспечить возможность осадки пола независимо от стен, для чего в этих местах устраивают прокладки. Полы, расположенные на междуэтажных перекрытиях, также должны быть отделены от стен, колонн и перегородок. Для этого по краям пола оставляют зазор шириной в 10 . . . 12 мм, закрываемый плинтусом, который укреп-

ляют на стене, а не к полу. В жилых и общественных зданиях плинтусы наиболее часто выполняют из дерева (см. рис. XXIV.6), полимерных материалов и керамических плиток. В промышленных зданиях кроме перечисленных материалов плинтусы выполняют из цементно-песчаного раствора класса В3,5 (см. рис. XXIV.7).

В полах отапливаемых промышленных зданий, расположенных на грунте, при расположении рабочих мест вблизи наружных стен, предусматривается утепление зоны примыкания пола к наружным стенам слоем шлака (рис. XXIV.8, *и*).

Деформационные швы в конструкции пола устраивают в местах расположения деформационных швов здания, а также в таких сплошных полах, как бетонные, цементные, мозаичные и др.; и в помещениях, при эксплуатации которых возможны положительная и отрицательная температуры воздуха. В последнем случае деформационные швы следует размещать на расстоянии 6...8 м друг от друга во взаимно перпендикулярных направлениях. Деформационный шов представляет собой сквозной разрез всей конструкции (рис. XXIV.8, *к*), т. е. разрезается покрытие (ширина шва 10...25 мм) и подстилающий слой (ширина шва 25 мм). Для заполнения деформационных швов применяют эластичные материалы, например войлок, пропитанный битумом. Для защиты края покрытия (бетонного, цементного и др.) устраивают по краю шва окаймление из угловой стали с анкерами через 0,5 м (рис. XXIV.8, *к*).

V РАЗДЕЛ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВАНИЯХ, ФУНДАМЕНТАХ, О СТРОИТЕЛЬСТВЕ В РАЙОНАХ С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ

XXV Глава. Основания и фундаменты

XXV.1. Сведения о работе грунта под нагрузкой

Грунты — это геологические породы, залегающие в верхних слоях земной коры, состоящие из твердых частиц (зерен) разной крупности (скелета грунта) и пор, заполненных или воздухом полностью, либо частично водой.

Основанием называют толщу грунта, непосредственно воспринимающую нагрузку от фундаментов здания или сооружения. Основание, способное воспринимать нагрузку без предварительного усиления грунтов называют *естественным*. Основание, способное воспринимать нагрузку только после проведения мероприятий по усилению грунтов, называют *искусственным*.

Вследствие давления, передаваемого зданием на основание, грунты под фундаментом испытывают значительные сжимающие усилия. Под действием этих усилий грунты равномерно уплотняются. Такие равномерные деформации называют *осадкой грунта*, которая вызывает *осадку фундаментов*.

Неравномерные деформации грунта, происходящие в результате уплотнения и, как правило, коренного изменения структуры грунта под воздействием внешних нагрузок, собственной массы грунта и других факторов (замачивания просадочного грунта, подтаивание линз льда в грунте и т. д.), называют *просадками*. Они могут вызвать повороты фундаментов и т. п. вплоть до разрушения. Просадки оснований недопустимы.

Для того чтобы осадки не оказали опасных воздействий на работающие под нагрузкой конструкции, а также не повлияли на условия эксплуатации зданий, установлены предельные величины деформаций основания и напряжений в грунте, возникающих под подошвой фундаментов.

XXV.2. Виды грунтов и их важнейшие характеристики

По своему строению грунты состоят из частиц, удерживаемых от взаимного смещения различным образом: жесткой связью между зернами (спаянностью) — в сцементированных грунтах, постоянно сохраняющих свою структуру; силой трения — в сыпучих грунтах; силой сцепления — в связных грунтах.

Грунты, используемые в качестве оснований зданий и сооружений, подразделяют в зависимости от геологических характеристик на скальные и нескальные.

К **скальным грунтам** относятся: изверженные, метаморфические и осадочные породы с жесткими связями между зернами (спаянные и сцементированные), залегающие в виде сплошного или трещиноватого массива. К таким породам относят, например, граниты, базальты, песчаники, известняки. Под нагрузкой от зданий и сооружений указанные породы не сжимаются и являются наиболее прочным естественным основанием.

К **нескальным грунтам** относятся крупнообломочные, песчаные и глинистые.

Крупнообломочные грунты по своей структуре (зерновому составу) подразделяются на *щебенистые* (вес частиц крупнее 10 мм составляет более половины) и *дресвяные* (вес частиц

размером 2...10 мм составляет более 50%). Если в этих грунтах преобладают окатанные частицы, они соответственно получают названия галечникового или гравийного.

Пески в сухом состоянии представляют в своей массе сыпучий грунт. По крупности частиц различают пески: *гравелистые,* крупные, средней крупности, *мелкие* и *пылеватые* с соответствующим соотношением частиц от 2 мм до 0,05 мм в % от веса воздушно-сухого грунта. Песчаные грунты из гравелистых, крупных и средней крупности песков малосжимаемы и при достаточной мощности слоя служат прочным и устойчивым основанием зданий и сооружений.

Глинистые грунты относятся к категории связных грунтов с размерами плоских частиц, не превышающими 0,005 мм, и толщиной менее 0,001 мм. Глинистые частицы скреплены силами внутреннего сцепления, величина которого зависит от влажности грунта. Глинистые грунты пластичны, т. е. способны при увлажнении переходить из твердого состояния в пластическое и даже в текучее. Глинистые грунты, находящиеся в твердом сухом состоянии, служат прочным основанием.

К глинистым грунтам относятся также *суглинки* и *супеси,* содержащие наряду с глинистыми частицами примеси песка. Содержание этих примесей характеризуется так называемым «числом пластичности». Для супесей это значение составляет от 0,01 до 0,07, для суглинков — от 0,07 до 0,17.

При наличии в глинистых грунтах до 15...25% (по весу частиц крупнее 2 мм к указанным наименованиям должны прибавляться термины «с галькой» («со щебнем») или «с гравием» («с дресвой»); если же содержание частиц составляет 25...50% (по весу) прибавляются термины «галечниковый» («щебенистый»), «гравелистый» («дресвянистый»). При наличии частиц крупнее 2 мм более 50% (по весу) грунты относятся к крупнообломочным.

В зависимости от степени влажности или степени заполнения пор водой различают грунты *маловлажные, влажные* и *насыщенные водой.* Крупнообломочные и песчаные грунты с крупностью частиц выше средней при увлажнении малосжимаемы и могут служить устойчивым основанием. Увлажнение мелкозернистых песчаных грунтов снижает их несущую способность тем больше, чем меньше размеры частиц грунта. Особенно сильно влияет на снижение несущей способности грунта увлажнение пылеватых песков с глинистыми и илистыми примесями. Такие грунты в водонасыщенном состоянии становятся текучими и называются *плывунами.* Возведение зданий на таких грунтах требует дополнительных мер по усилению основания.

В строительной практике встречаются *насыпные грунты* — искусственные насыпи, образованные в результате культурной и производственной деятельности человека. Такие грунты формируются при засыпке оврагов, высохших водоемов, на месте свалок и отходов производства и т. п.

Плотность насыпных грунтов часто зависит от характера подстилающего слоя и состава насыпи (наличие мусора, шлаков и др.). Вопрос об использовании насыпных грунтов в качестве основания для зданий и сооружений рассматривается в каждом отдельном случае в зависимости от характера грунта и возраста насыпи. Так, например, песчаные насыпи, в своей основе содержащие песок, самоуплотняются через 2—3 года, а глинистые — через 5—7 лет, после чего они могут быть использованы в качестве естественного основания. Несущая способность глинистых грунтов при их увлажнении значительно снижается. При замерзании влажных глинистых грунтов основания происходит замерзание воды в порах: происходит так называемое «пучение», которое часто является причиной деформаций фундаментов и зданий. Поэтому *глубина заложения фундаментов* от уровня земли на гли-

нистых грунтах должна быть, как правило, ниже глубины зимнего промерзания на 15...20 см.

Глинистые грунты (например, лёссы и лёссовидные), обладающие в природном состоянии видными невооруженным глазом крупными порами (макропорами), называют *макропористыми* грунтами. При увлажнении такие грунты из-за содержания в них растворимых в воде извести, гипса и других солей теряют связность, быстро намокают и при этом уплотняются, образуя просадки. Указанные грунты называют *просадочными* и для обеспечения необходимой прочности и устойчивости возводимых на таких грунтах зданий и сооружений в строительстве должны выполняться специальные мероприятия по укреплению грунтов основания и по защите их от увлажнения.

Грунтовые воды образуются в результате проникновения в грунт атмосферных осадков. Дойдя до водонепроницаемого слоя («водоупора»), например слоя глины, вода стекает по его склону, просачиваясь через водопроницаемые слои (крупнозернистые и т. п.). Уровень дренируемой воды зависит от близости водоупора к поверхности, от сезонных колебаний уровней воды в водоемах местности и т. п. Этот уровень, называемый *уровнем грунтовых вод,* может изменяться еще и от проникновения воды сверху — так называемой верховодки при таянии снегов, дождях и при наличии прослоек глинистых грунтов, задерживающих движение воды.

В зависимости от гидрогеологических условий, слои грунта могут быть в различной степени насыщены грунтовой водой. Крупнозернистые грунты содержат ее в том случае, если ниже них залегают водоупорные слои. Мелкозернистые грунты могут содержать грунтовую воду частично или полностью, а глинистые грунты в силу своей большой влагоемкости чаще всего имеют только капиллярную (связную) воду.

Грунтовые воды, содержащие растворенные примеси солей и других веществ, разрушающих материал фундаментов, называют *агрессивными.*

Для защиты от агрессивных грунтовых вод создаются специальные конструкции, способные работать в агрессивной среде и защищающие фундаменты от разрушения (СНиП 3.02.01—83).

Грунты, имеющие в своем составе лед, называют *мерзлыми.* Грунты, промерзающие только в течение одного зимнего времени, называются сезонно-мерзлыми; сохраняющие мерзлое состояние непрерывно в продолжении долгих лет — вечномерзлыми. Сезонно-мерзлые грунты в зимнее время под воздействием нулевой или отрицательной температуры района строительства промерзают на некоторую глубину.

Промерзание некоторых из этих грунтов может вызвать их пучение. Силы пучения всегда направлены снизу вверх, в процессе замерзания или оттаивания происходит смещение отдельных участков поверхности относительно друг друга. По степени пучения грунты разделяются на сильно пучинистые, пучинистые и непучинистые. Более всего пучинят глинистые грунты. При насыщении водой в небольшой степени пучинят мелкие пески. Крупнообломочные и песчаные грунты крупных фракций не пучинят даже в насыщенном водой состоянии. В скальных породах и крупнообломочных грунтах деформации грунта, развивающиеся при замерзании, незначительны либо вовсе отсутствуют.

XXV.3. Искусственные основания

Если грунты основания в пределах сжимаемой толщи не обладают необходимой несущей способностью (насыпные грунты, торфянистые, рыхлые песчаные и суглинистые грунты с большим содержанием органических остатков и т. п.), их искусственно укрепляют или применяют фундаменты, передающие нагрузки на нижележа-

щие прочные грунты, в частности, свайные фундаменты. Выбор свайных фундаментов или способа укрепления грунтов производится технико-экономическим сопоставлением различных вариантов устройства оснований и фундаментов.

В массовом гражданском строительстве, как правило, применяют искусственные основания двух типов: основание, создаваемое уплотнением грунта, и основание, создаваемое его закреплением.

При слабых грунтах часто используют песчаные подушки (см. гл. IV). Искусственное закрепление слабых грунтов достигается цементацией, термическим способом, химическим закреплением или силикатизацией грунтов.

Термический способ закрепления грунта состоит в нагнетании в толщу грунта под давлением через трубы воздуха, нагретого до 600—800 °С, или в сжигании горючих продуктов, подаваемых в герметически закрытую скважину под давлением. Термический способ глубинного уплотнения грунта применяют для устранения просадочных свойств лёссовых грунтов на глубине до 10 ... 15 м. Обожженный грунт образует фильтрующий слой, сквозь который вода может проникнуть через толщу просадочного грунта на устойчивый непросадочный грунт. Обожженный грунт приобретает свойства керамического тела, не намокает и не набухает.

Цементация грунтов осуществляется нагнетанием в грунт через забитые в него трубы цементной суспензии, цементно-глинистых растворов. Цементация применяется для укрепления гравелистых, крупно- и среднезернистых песков, для заделки трещин и полостей в скальных грунтах.

Силикатизация состоит в инъекции через трубы в грунт растворов жидкого стекла и хлористого кальция и применяется для укрепления песчаных пылеватых грунтов, плывунов и макропористых грунтов. Инъекция делается на глубину 15 ... 20 м и более, а радиус распространения силикатизации достигает 1 м.

Существуют и некоторые другие методы создания искусственных оснований (искусственное замораживание грунтов, шпунтовое ограждение и др., рассматриваемые в специальных курсах).

XXV.4. Основы проектирования фундаментов

Фундаменты воспринимают все нагрузки, возникающие в надземных частях, и передают давление от этих нагрузок на основание.

Работа фундаментов протекает в постоянно изменяющихся условиях и под воздействием больших нагрузок, поэтому к их качеству предъявляют повышенные требования. Материалы, из которых делают фундаменты, должны обладать высокой морозостойкостью, механической прочностью, долговечностью и не разрушаться под агрессивным воздействием грунтовых вод. Таким качеством отвечают такие материалы, как бутобетон, бетон, железобетон. В настоящее время в конструкциях фундаментов используется в основном железобетон, который находит применение как в монолитных фундаментах, так и для изготовления сборных элементов.

По характеру конструктивного решения и особенностям выполнения различают следующие типы фундаментов:

а) ленточные, состоящие из непрерывной в плане стеновой опоры под всей длиной нагруженной стены здания (рис. XXV.1); б) столбчатые или отдельно стоящие, представляющие собой ряд отдельных опор, устанавливаемых под стойками или колоннами, а также под стенами, опертыми на **фундаментные балки** (рис. XXV.2); в) свайные, устраиваемые из свай, опускаемых в грунт (рис. XXV.3); г) сплошные или плитные, состоящие из общей фундаментной плиты, принимающей вес всего здания или сооружения в целом (рис. XXV.8, *а*, *б*, *в*).

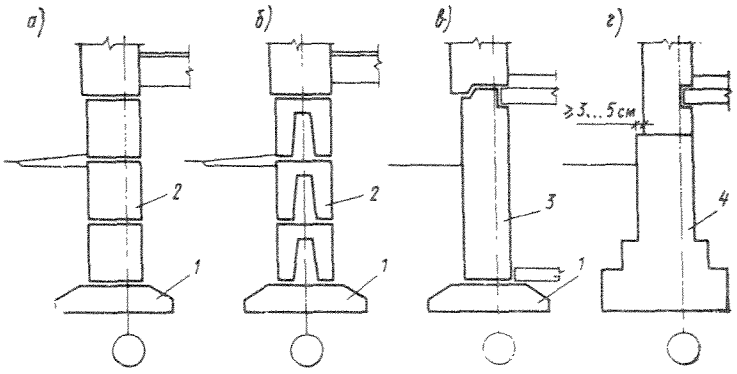


Рис. XXV.1. Конструкции ленточных фундаментов:

а — из сплошных стеновых фундаментных блоков; *б* — из пустотелых блоков; *в* — вариант с устройством подвала; *г* — монолитный фундамент; *1* — фундаментная плита; *2* — фундаментный блок; *3* — стеновой блок подвала; *4* — монолитный бетон (бутобетон)

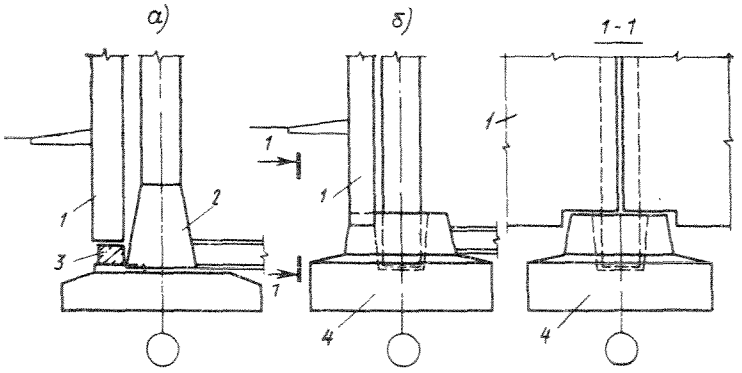


Рис. XXV.2. Конструкция столбчатых фундаментов для каркасно-панельных гражданских зданий:

а — конструкция на фундаментной подушке; *б* — конструкция фундамента стаканного типа; *1* — наружная цокольная панель; *2* — пирамидальное основание колонны; *3* — фундаментная балка; *4* — фундаментный стакан

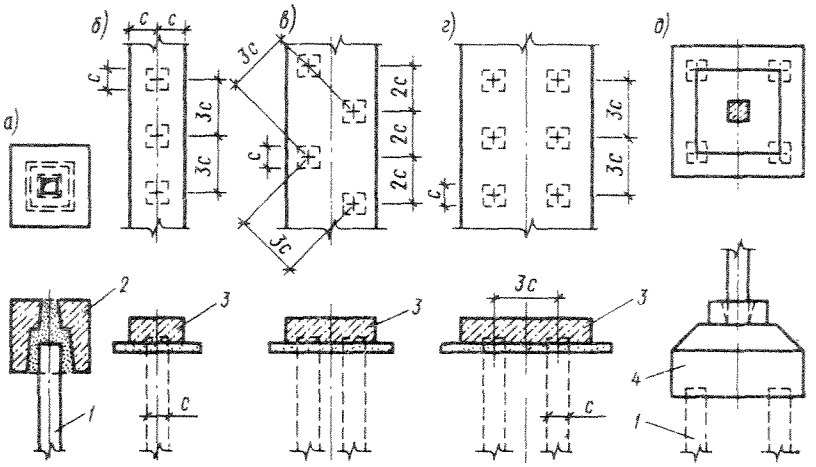


Рис. XXV.3. Конструкция свайных фундаментов:

а — сопряжение сборного оголовка под одиночную сваю; *б* — однорядное расположение свай; *в* — шахматное расположение свай; *г* — двурядное расположение свай; *д* — куст свай под одиночную колонну; *1* — свая; *2* — сборный оголовок; *3* — монолитный железобетонный ростверк»; *4* — железобетонный ростверк под колонну

Разновидностью сплошных фундаментов являются так называемые ребристые и коробчатые конструкции (рис. XXV.8, *г*).

По технологии возведения фундаменты разделяются на монолитные и сборные; по величине заглубления — на фундаменты мелкого заложения (менее 2 м) и глубокого (более 3 м).

Глубина заложения фундаментов назначается в зависимости от объемно-планировочного и конструктивного решения здания, величины и характера нагрузок, геологических характеристик грунта, гидрогеологических и климатических условий.

Глубина заложения фундаментов под наружные стены и колонны отапливаемых зданий при непучинистых грунтах не зависит от глубины промерзания. В том случае, если основание фундамента состоит из пучинистых грунтов, глубину заложения фундаментов стен и колонн назначают в зависимости от нормативной глубины сезонного промерзания грунта. Значения глубины промерзания грунта принимают в соответствии с данными СНиП 2.02.01—83.

Наиболее распространенным типом *ленточного фундамента* для многоэтажных зданий является сборная конструкция из железобетонных блоков-подушек трапециевидного профиля и прямоугольных бетонных фундаментных (стеновых) блоков, которые образуют ограждающую конструкцию стен подвала (в случае устройства подвального помещения в зданиях).

Номинальные размеры блоков-подушек и стеновых блоков назначают в соответствии с Общесоюзным каталогом индустриальных изделий для многоэтажных зданий. Размеры блоков-подушек по ширине принимаются от 1 до 3 м; по длине — от 1,2 до 3,0 м; по высоте — 0,3 и 0,5 м. Стеновые фундаментные блоки при различной ширине от 0,3 до 0,6 м, длине от 0,8 до 2,4 м имеют одинаковую высоту 0,6 м.

Панельные ленточные фундаменты возводят из железобетонных блоков-подушек и бетонных панелей стен подвала, имеющих сплошное сечение

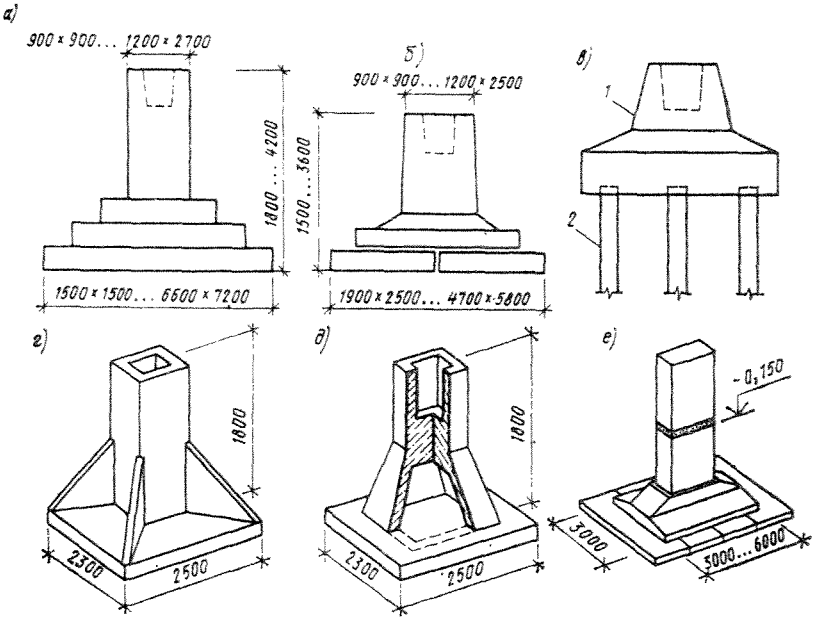


Рис. XXV.4. Типы фундаментов промышленных зданий:

а — монолитный; *б* — сборный составной; *в* — свайный; *г* — сборный ребристый; *д* — сборный пустотелый; *е* — с подколонником пенькового типа; *1* — ростверк стаканного типа; *2* — свая

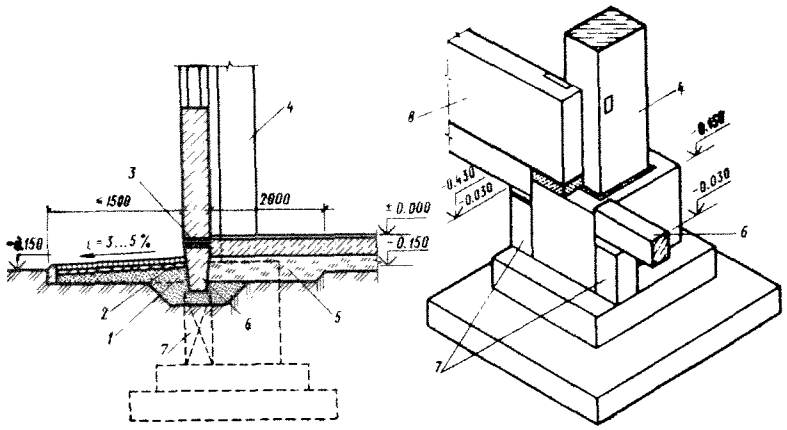


Рис. XXV.5. Детали фундаментов крайнего ряда колонн:

1 — песчаная подсыпка; *2* — щебень; *3* — гидроизоляция; *4* — колонна; *5* — шлак или крупнозернистый песок; *6* — фундаментная балка; *7* — опорные бетонные столбики; *8* — стеновая панель

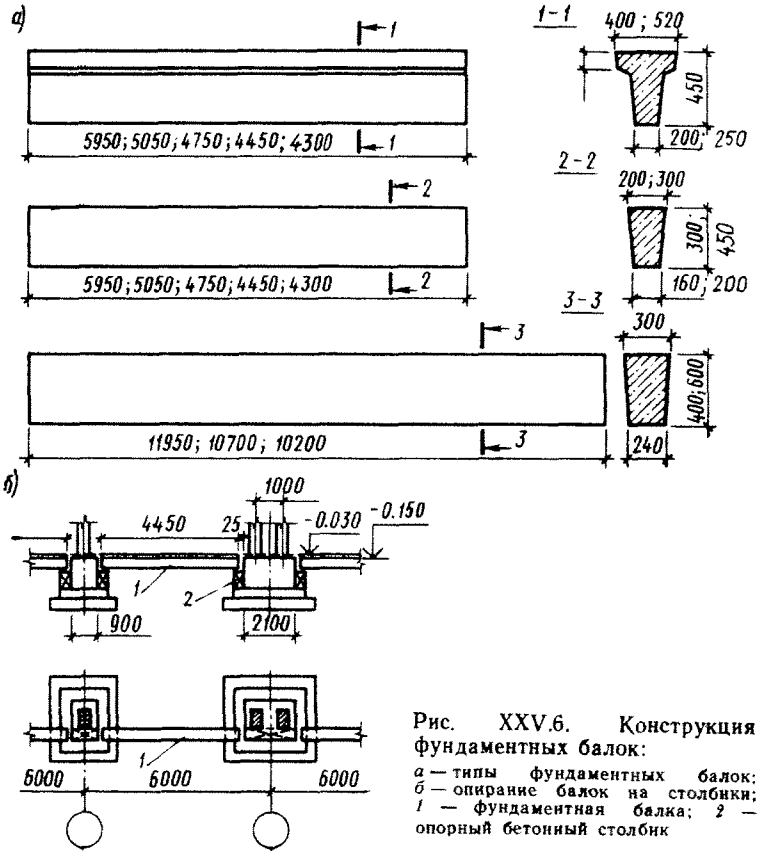


Рис. XXV.6. Конструкция фундаментных балок:

а — типы фундаментных балок; *б* — опирание балок на столбики; *1* — фундаментная балка; *2* — опорный бетонный столбик

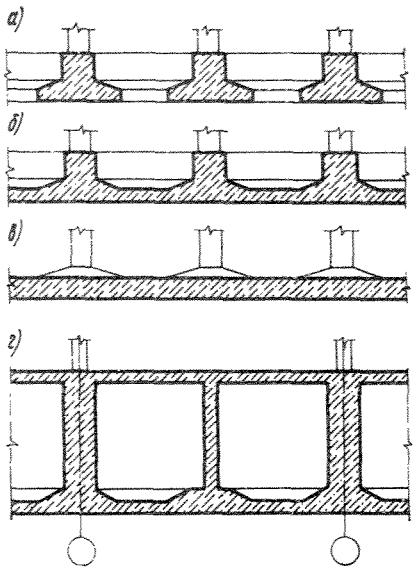


Рис. XXV.7. Конструкция сплошных фундаментов:

а — перекрестная конструкция; *б*, *в* — варианты устройства сплошной фундаментной плиты; *г* — коробчатая конструкция фундаментов

(рис. XXV.1). В таких панелях могут предусматриваться проемы.

В пучинистых грунтах в условиях неравномерной деформации грунта ленточные фундаменты усиливают путем устройства монолитного армированного пояса по верху фундамента и армированного шва между подушкой и стеновыми блоками.

Столбчатые фундаменты в виде монолитных или сборных конструкций применяют для отдельно стоящих колонн или столбов, а также в многоэтажных каркасных и одноэтажных промышленных зданиях. Колонны каркаса в большинстве решений опирают на фундаментные блоки стаканного типа (блок-стакан). Монолитный столбчатый фундамент представляет собой ступенчатую конструкцию с подколонником и стаканом для установки колонн.

Сборные фундаменты могут иметь различные варианты устройства блок-стаканов (рис. XXV.4).

В конструкции сборных фундаментов столбчатого типа различают решения с одним подколонником стаканного типа и решения с устройством железобетонной фундаментной подушки или железобетонных плит. Подколонник устанавливают на плиту по цементно-песчаному слою. Фундаменты ребристой и пустотелой конструкции по сравнению с обычными решениями имеют меньший вес и применяют их для колонн небольшого сечения. Для колонн большого сечения применяют фундаменты пенькового типа (рис. XXV.4, *е*).

В зависимости от воспринимаемой нагрузки сечения колонн и глубины заложения подошвы фундамента предусмотрено несколько «типоразмеров блок-стаканов: высота — 1,5 и от 1,8 до 4,2 м с градацией через 0,6; размеры их подошв в плане от 1,5×1,5 м до 6,6×7,2 м с модулем 0,3 м. Глубина стакана принимается равной 800, 900, 950 и 1250 мм. Стены каркасных зданий опирают на цокольную панель или на железобетонные фундаментные балки, укладываемые между подколонниками на бетонные столбики (приливы) сечением 300×600 мм. В промышленных зданиях отметку верха столбика принимают —0,45; —0,35; —0,5; —0,65 м при высоте фундаментных балок соответственно 300, 400, 450 и 600 мм.

Верх фундаментной балки располагают на 30 мм ниже уровня чистого пола (—0,03) (рис. XXV.5, XXV.6).

В настоящее время широкое распространение получили *свайные фундаменты*. В случае использования свай в фундаментах стаканного типа подколонник одновременно выполняет функцию железобетонного ростверка (см. рис. XXV.3).

В настоящее время в крупнопанельном домостроении получила распространение так называемая безростверковая свайная конструкция, в которой роль опорного ростверка выполняют наружные цокольные панели.

В многоэтажных гражданских и промышленных зданиях и сооружениях свайные фундаменты получили широкое распространение не только для

слабых грунтов, но и для обычных оснований, так как их применение дает значительную экономию за счет сокращения объемов земляных работ и расхода железобетона.

Сплошные или плитные фундаменты применяют в строительстве на слабых и неоднородных грунтах, при больших нагрузках, при возведении высотных зданий. Фундаментные плиты проектируют плоской или ребристой конструкции с расположением ребер под несущими стенами или колоннами (рис. XXV.7). Коробчатые фундаменты могут быть в один или несколько этажей. Ориентировочно толщину фундаментной плиты ребристой конструкции назначают $^1/_8 \ldots {}^1/_{10}$ пролета несущих конструкций, а для сплошных — $^1/_6 \ldots {}^1/_8$ пролета.

XXVI Глава. Строительство зданий в районах с особыми условиями

XXVI.1. Строительство в сейсмических районах

Сейсмическими называют районы, подверженные землетрясениям. При проектировании зданий и сооружений, возводимых в сейсмнческих районах, кроме расчета конструкцнй на обычные нагрузки (собственный вес, временные и другие нагрузки) проводятся расчеты на воздействие сейсмических сил, которые условно принимают действующими горизонтально. Сила землетрясений оценнвается по 12-балльной шкале. В Советском Союзе силу и интенсивность землетрясений в различных районах или пунктах устанавливают по картам сейсмического районирования (СНиП II-71—81). Критерием силы землетрясений служит характеристика повреждений и разрушений частей зданий. При строительстве на территориях с силой землетрясений до 6 баллов специальных конструктивных требованнй к зданиям не предъявляется.

Рассмотренные ниже конструктивные мероприятия, повышающие сейсмостойкость здания, относятся к строительству в зонах 7, 8 и 9-балльной сейсмики. В условиях более высокой сейсмичности строительство капитальных зданий запрещено.

При проектировании особо ответственных зданий и сооружений союзного и республиканского значения сейсмостойкость, определенную обычным способом как 6- и 7-балльную, повышают на 1 ... 2 балла.

Здания должны иметь простую форму плана (квадрат, прямоугольник, круг и т. п.). Здание сложной формы должно быть разделено на отсеки простой формы. В каждом отсеке необходимо соблюдать жесткость и симметричность расположения несущих вертикальных конструкций. Предельные размеры зданий (отсеков) с разными типами несущего остова нормируются.

Фундамент здания (или отсека) необходимо закладывать на одной отметке. В зданиях повышенной этажности глубину заложения фундаментов рекомендуется увеличивать за счет устройства коробчатых фундаментов. При устройстве свайных фундаментов следует применять забивные сваи, а не набивные. Для многоэтажных каркасных зданий часто применяют фундаменты в виде перекрестно-ребрнстой или сплошной плиты.

Каркасные здания конструируют обычным способом, но прн расчете сечений конструктивных элементов и их стыков учитывают дополнительные сейсмические нагрузки. Особое внимание следует обращать на то, чтобы диафрагмы и связи, воспринимающие горизонтальную нагрузку, устранвались на всю высоту здания и располагались симмметрично по отношению к центру тяжести.

Ограждающие стеновые конструкции каркасных зданий следует выпол-

нять из легких навесных панелей. Если заполнение стен делается из каменной кладки, ее необходимо надежно связать с каркасом выпусками арматуры. При сейсмичности 9 баллов кроме выпусков из колонн необходимо сквозное перекрестное армирование, связанное с выпускамн арматуры из верхних и нижних ригелей. Высота самонесущих стен в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов не должна превышать соответственно 18, 16 и 9 м.

Крупнопанельные здания следует проектировать с продольными и поперечными стенами одинаковой жесткости, образующими совместно с перекрытиями жесткую устойчивую систему. Наружные стены рассчитывают на горизонтальную нагрузку. Расстояние между поперечными стенами принимают не более 6 м. Панели перекрытий изготовляют размером на комнату и с рифлеными гранями для последующего замоноличивания. Стыки панелей стен и перекрытий осуществляют путем сварки арматуры по принципу непрерывного армирования.

Этажность зданий с несущими каменными стенами не должна превышать в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов соответственно 6, 5 и 4 этажей. При этом отношение высоты этажа к толщине стены должно быть не больше 12. Расстояние между осями поперечных стен разрешается применять в пределах от 9 до 18 м в зависимости от категорин кладок и расчетной сейсмичности.

Во всех продольных и поперечных стенах на уровне перекрытий устраивают антисейсмические пояса, образующие сплошную, непрерывно армированную горизонтальную раму. Кладка стен, расположенная под антисейсмическим поясом и над ним должна быть связана вертикальными выпусками арматуры. Шнрина антисейсмического пояса принимается на всю толщу стены или меньше на 0,5 кирпича с наружной стороны. Высота пояса должна быть не менее 150 мм.

Несущие конструкцин первых этажей, включающие магазины и другие помещения со свободной планировкой, выполняют в монолитном железобетоне. В крупноблочных зданиях соблюдают перевязку блоков, а в качестве антисейсмических поясов используют перемычечные и поясные блоки со сваркой верхней и нижней арматуры по принципу непрерывного армнрования с тщательным замоноличиванием швов.

Устройство лоджий допускается в зданиях при сейсмичности до 8 баллов, причем их боковые стенкн должны быть продолжением поперечных несущих стен. Проем лоджий должен иметь железобетонное обрамление. Устройство проездов под зданиями с несущими стенами не рекомендуется, а при сейсмичности 9 баллов не допускается.

Лестницы рекомендуется применять крупносборные с заделкой опорных частей в кладку не менее чем на 250 мм, с их анкерованием или с надежными сварными креплениями. Консольная заделка ступеней не допускается. Дверные и оконные проемы при сейсмичности 8 и 9 баллов должны иметь монолитное железобетонное обрамление.

Перегородки следует применять крупнопанельные или каркасной конструкции, причем они должны быть надежно связаны с перекрытиями и стенами или колоннами. Балконы должны выполняться в виде консольных выпусков панелей перекрытий (или надежно с ними соединяться). Вынос балконов ограничивается до 1 м. Отделку помещений следует производнть с использованием легких листовых материалов (сухой штукатурки, фанеры, древесно-волокнистых плит и т. п.).

XXVI.2. Строительство на Крайнем Севере и в условиях жаркого климата

К районам Крайнего Севера относят районы с продолжительностью зимнего периода от 185 до 305 дн, а также районы с низкими зимними тем-

пературами воздуха в сочетании с частыми зимними сильными ветрами и снежными заносами на значительной части территории. Для этих районов характерны повышенная влажность воздуха на побережье морей и океанов, малая естественная освещенность территории в холодные периоды года, вечномерзлое состояние грунтов, почти полное отсутствие растительности. Конструкции жилых и общественных зданий в этих условиях ориентируют на максимальную степень сборности с учетом недостаточного развития или большого удаления базы строительной индустрии, на применение легких транспортабельных деталей и изделий.

В районах Крайнего Севера особое внимание уделяют теплозащитным свойствам наружных ограждений, воздухонепроницаемости стен, окон и дверей, утеплению притворов; остекление окон принимают тройное. Следует избегать устройства крыш сложного профиля, способствующих образованию больших снеговых отложений. На фасадах зданий не рекомендуется устройство ниш, поясов и других выступающих или западающих элементов. Вход в жилые и общественные здания устраивают с двойным тамбуром, по возможности с поворотом по направлению движения. Устройство лоджий, как правило, не допускается, а в районах с наиболее суровым климатом не допускается и устройство балконов.

Поверхностный слой грунта, промерзающий зимой и оттаивающий летом, называется деятельным слоем. В районах вечной мерзлоты в качестве оснований зданий и сооружений могут быть использованы как вечномерзлые грунты, так и грунты деятельного слоя и талые.

В зависимости от гидрогеологических, климатических условий участка строительства, характера и структуры грунтов основания и т. п. в практике строительства принимается один из следующих двух принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований: грунты основания используются в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации здания или сооружения; грунты основания используются в оттаянном состоянии.

В пределах одного здания или сооружения применение различных принципов для отдельных его частей не допускается.

Чтобы сохранить грунты основания в мерзлом состоянии и их расчетный тепловой режим, устраивают преимущественно холодные подполья с круглогодичной естественной или (при большой площадке застройки и при наличии подвалов) механической вентиляцией.

Выбор типа подполья и способа его охлаждения производится в зависимости от типа и размеров здания на основе теплотехнического расчета с учетом опыта местного строительства. Для сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии при строительстве многоэтажных зданий вместо холодного подполья устраивают холодные или сквозные первые этажи.

В зданиях и сооружениях с большими нагрузками на пол первого этажа или с большими пролетами, а также в тех случаях, когда по технологическим или эксплуатационным условиям недопустимо устройство подполья, под полом первого этажа укладывают охлаждающие трубы или каналы, а иногда слой теплоизоляции. Теплоизоляционные подушки могут устраиваться также под полом небольших зданий, малочувствительных к неравномерным осадкам. Система охлаждения, размеры труб или каналов, толщина теплоизоляции устанавливаются теплотехническими расчетами. Подполья устраивают высотой не менее 0,5 м, считая от поверхности грунта до низа балок перекрытия. Подполья высотой от 0,5 до 1 м называют низкими, высотой более 1 м — высокими. Высокие подполья применяют для зданий шириной более 18 м и для зданий с повышенными тепловыделениями (котельные, бани, прачечные и т. п.). Перекрытия над подпольями обязательно утепляются. Трубопроводы, проходящие в подпо-

лье, подвешивают к низу перекрытия.

В цокольной стене и во внутренних стенах здания, проходящих через подполье, оставляют отверстия для сквозного сезонного или круглогодичного проветривания. Расстояние от уровня отмостки до низа отверстия делают не менее 300 мм во избежание заноса отверстий снегом. Площадь вентиляционных проемов должна быть не менее 0,25 % площади цокольных стен подполья.

При использовании вечномерзлых грунтов в мерзлом состоянии применяются, как правило, свайные и сборные столбчатые фундаменты.

В целях предохранения оснований от воздействия воды, вызывающей оттаивание грунтов, грунты в подполье планируют с уклоном, обеспечивающим сток воды, вокруг здания устраивают широкие отмостки, полы выполняют водонепроницаемыми. Под участками помещений с мокрыми процессами укладывают гидроизоляционные покрытия.

Применение грунтов основания в оттаивающем и оттаявшем состоянии (принцип II) целесообразно в случаях неглубокого залегания скальных вечномерзлых грунтов, оттаивание которых не влечет за собой неравномерных и недопустимых по величине осадок здания и в других случаях.

Применение принципа II возможно и для других вечномерзлых грунтов, если сохранение вечномерзлого состояния экономически нецелесообразно или технически недостижимо из-за технологических или конструктивных особенностей здания или сооружения.

При использовании вечномерзлых грунтов в качестве оснований зданий и сооружений несущий остов здания проектируют с минимальным количеством опор, с конструкциями, допускающими их возвращение в проектное положение в случае неравномерной осадки. Зданиям придают простую форму плана без входящих углов, а протяженные или сложные в плане здания разделяют осадочными швами на отсеки. Нагрузки на фундаменты распределяют так, чтобы избежать резких изменений усилий, воспринимаемых по длине фундаментов. В качестве фундаментов применяют сваи-стойки, сборные столбчатые или плитные фундаменты. Стены усиливают железобетонными и армокаменными поясами.

Для обеспечения прочности и устойчивости жилых и общественных зданий и сооружений, возводимых по II принципу, применяют жесткие или же гибкие конструктивные схемы. Многоэтажные здания, а также одноэтажные однопролетные здания с пролетами до 12 м рекомендуется проектировать с жесткой конструктивной схемой; одноэтажные здания с пролетом более 12 м и многопролетные здания рекомендуется проектировать с гибкой конструктивной схемой.

В районах с жарким климатом, к которым относятся в основном районы среднеазиатских республик, расположенные южнее 45-й параллели, а также некоторые районы Кавказа, специфическими мероприятиями являются рациональная ориентация оконных проемов и защита помещений от избыточной солнечной радиации. Для снижения уровня радиационных воздействий рекомендуют окраску и отделку стен и покрытий зданий материалами светлых тонов и другие защитные устройства, соответствующие местным условиям: увеличенные свесы кровель, солнцезащитные экраны и козырьки над оконными проемами, лоджиями, балконами и т. п. Важнейшее мероприятие — применение конструкций стен и покрытий, исключающих перегрев зданий летом. В этих целях применяют, например, слоистые конструкции стен и покрытий с продухами, расположенными за теплоотражающими экранами. В продухах обеспечивают движение наружного воздуха, что способствует охлаждению конструкций в условиях летнего перегрева.

XXVI.3. Строительство в районах с просадочными грунтами и на подрабатываемых территориях

Свойства просадочных грунтов описаны в § XXV.1. Районы с просадочными грунтами занимают довольно значительные территории. Так, площадь их составляет около 85 % территории Украинской ССР. Значительную площадь занимают районы с просадочными грунтами в среднеазиатских республиках.

Прочность, устойчивость и эксплуатационная пригодность зданий, возводимых в районах просадочных грунтов, может быть обеспечена устранением просадочных свойств грунтов путем их уплотнения или применения грунтовых свай, предварительным замачиванием грунтов основания, мерами, исключающими возможность проникновения воды в грунты основания, выбором конструктивных решений, обеспечивающих жесткость несущего остова, возможностью быстрого восстановления конструкций после их просадки.

При выборе типа несущего остова зданий предпочтительны конструктивные схемы, малочувствительные к неравномерным осадкам.

Здания следует проектировать простой конфигурации в плане. Протяженные здания разрезаются осадочными швами, которые совмещаются с температурными и располагаются у поперечных стен, в крупнопанельных зданиях отдельные отсеки должны замыкаться поперечными стенами у осадочных швов. В многоэтажных крупнопанельных зданиях расстояние между осадочными швами принимают не более 72 м. Для повышения прочности и устойчивости зданий устраивают армированные пояса, укладываемые в уровне междуэтажных перекрытий непрерывно по всей длине наружных и внутренних стен в пределах отсеков, разделенных осадочными швами. Допускается также применение сборно-монолитных поясов с обеспечением прочной связи их с конструкциями.

Районы с подрабатываемыми территориями — это территории, где под земной поверхностью ведется выработка каменного угля, некоторых видов солей и т. п. (Кузнецкий угольный бассейн, Донецкий угольный бассейн и др.). В районах с подрабатываемыми территориями происходит оседание и горизонтальное смещение земной поверхности, в результате чего возникают деформации зданий и сооружений.

Для уменьшения величин деформаций зданий и сооружений используют различные архитектурно-планировочные и конструктивные мероприятия, обеспечивающие пространственную жесткость и прочность зданий и сооружений, устойчивость их конструкций и надежную связь элементов между собой. В числе этих мер важное значение имеет рациональная ориентация кварталов и участков застройки, при которых здания в плане должны размещаться под прямым углом к направлению распространения горизонтального смещения (мульды сдвижки). Длинные и сложные по конфигурации в плане здания разделяют деформационными швами на отсеки. В зданиях и сооружениях устраивают железобетонные или армоцементные пояса по периметру наружных и внутренних стен, обеспечивают анкеровку перекрытий в стенах, замоноличивание междуэтажных перекрытий. Для обеспечения устойчивости, прочности и эксплуатационной пригодности зданий и сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях, применяются: жесткие конструктивные схемы, при которых элементы не могут иметь взаимных перемещений и здание или сооружение оседает как одно пространственное целое; податливые конструктивные схемы, когда возможно взаимное перемещение шарнирно связанных между собой конструктивных элементов без нарушения их устойчивости и прочности. Жесткие конструктивные схемы имеют крупно-панельные здания с поперечными несущими

стенами, каркасные здания с жесткими рамными узлами несущего остова.

Такие конструктивные схемы допускаются при строительстве многоэтажных каркасных зданий. Вместе с тем СНиПом II-8-78 «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях» рекомендуется при проектировании каркасных зданий предпочтение отдавать податливым или комбинированным конструктивным схемам (связевым или рамно-связевым). Жесткие же схемы целесообразнее принимать для бескаркасных зданий с продольными и поперечными несущими стенами. При этом рекомендуется: продольные внутренние несущие стены не должны иметь смещений участков стен в плане; поперечные должны проектироваться сквозными на всю ширину здания.

При устройстве западающих лоджий участки продольных стен допускается смещать не более чем на 1,5 м в осях с обязательным устройством железобетонных поясов в плоскости стен и фундаментов и по контуру лоджий. Балконы и эркеры рекомендуется устраивать в виде консольного выноса плит и перекрытий.

Высоту здания в пределах отсека следует принимать одинаковой; устройство подвалов под частью здания в пределах отсека, как правило, не рекомендуется.

Все фундаменты в пределах отсека должны располагаться на одном уровне; столбчатые фундаменты желательно связывать между собой горизонтальными связями-распорками. В целях защиты зданий от местных просадок рекомендуется, если это технически целесообразно, устройство фундаментов в виде сплошной плиты, перекрестных балок, балок-стенок и т. п.

Весьма важно для предотвращения от возможных просадок защищать грунты от проникновения в них любых видов влаги, как атмосферной так и эксплуатационной. Для этого необходимо устраивать надежную отмостку шириной до 1,5 м, тщательно гидроизолировать стены и пол подвалов, места примыкания трубопроводов и т. п.

Архитектурно-планировочные мероприятия по защите зданий от неравномерных деформаций включают также все меры обеспечения эксплуатационной надежности зданий, предусмотренных заданием на проектирование с учетом местных условий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание учебника охватывает вопросы строительного проектирования зданий гражданского и промышленного назначения, начиная от выбора и решения несущих остовов и кончая конструированнем отдельных элементов — частей зданий. При изложении материала преимущественное внимание уделено важнейшему направлению современной технической политики — полносборному индустриальному строительству. Подчеркнута роль изделий полной заводской готовности, значение единой системы модульной координации размеров в строительстве, важность применения каталогов, нормативной документации при проектировании зданий. Вместе с тем акцентировано внимание на эффективности сочетания индустриальных методов с традиционными, на необходимость индивидуализации проектов.

В соответствии с программой предмета изложение материала ориентировано на студентов первых четырех курсов (в объеме их фундаментальной подготовки); вопросы, относящиеся к специализации, в излагаемом курсе не рассматриваются. Методическое построение учебника, расположение в нем материала по разделам, подчинены задачам метода комплексного проектирования: акцентировано внимание на тех изделиях, решениях и методах, которые должны способствовать выявлению композиционных возможностей конструкций, способствовать формообразованию зданий. Тем же задачам отвечает и принятая методика изложения материала: от рассмотренния общих закономерностей с выявлением причинных связей до их конкретной реализации в частях зданий, в узлах, в пропорциональных соотношениях.

В пределах учебника обобщен значительный объем современного проектного материала. Однако еще больший объем остается за его пределами. Это вполне естественно при наличии того многообразия конструкций, проектных решений и т. п., которое достигнуто благодаря научно-техническому прогрессу общества. В некоторой степени с этим материалом можно познакомиться по литературе, список которой приведен в конце учебника, а также по справочной и другой литературе, которая будет рекомендована преподавателями в процессе практических, семинарских занятий и курсового проектирования.

Изложенный в учебнике материал показывает, насколько важно будущему архитектору знать современные конструкции и детали, материалы и изделия, т. е. все то, что составляет материальную оболочку проектируемых им зданий. Он должен хорошо уяснить, что без знания этих материальных основ любой, даже самый лучший его проект останется лишь изображением на бумаге.

ЛИТЕРАТУРА

Архитектурные конструкции. Под ред. *А. В. Кузнецова.* Изд. Академии Архитектуры СССР. М., 1940.

Бартонь Н. Э., Чернов И. Е. Архитектурные конструкции. М., 1986.

Благовещенский Ф. А., Букина Е. Ф. Архитектурные конструкции. М., 1985.

Буга П. Г. Гражданские, промышленные и сельскохозяйственные здания. М., 1983.

Бюттнер О., Хампе Э. Сооружение — несущая конструкция — несущая структура. Пер. с нем. М., 1983.

Дыховичный Ю. А. Большепролетные конструкции сооружений Олимпиады-80 в Москве. М., 1982.

Дыховичный Ю. А., Максименко В. А. Сборный железобетонный унифицированный каркас. М., 1983.

Дятлов С. В. Архитектура промышленных зданий. М., 1984.

Ермолов В. В. Пневматические конструкции воздухоопорного типа. М., 1973.

Жилые здания. Под ред. *Шевцова К. К.* Архитектура гражданских и промышленных зданий. Т. 3. М., 1983.

Карлсен Г. Г. Конструкции из дерева и пластмасс. М., 1975.

Кирсанов Н. М. Висячие и вантовые конструкции. М., 1981.

Конструкции гражданских зданий. Под ред. *М. С. Туполева.* М., 1973.

Конструкции промышленных зданий. Под ред. *А. Н. Попова.* М., 1972.

Конструкции гражданских зданий. *Маклакова Т. Г., Нанасова С. М., Бородай Е. Д.* и др. Под ред. *Маклаковой Т. Г.* М., 1986.

Маклакова Т. Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. М., 1984.

Миловидов Н. Н., Орловский Б. Я., Белкин А. Н. Гражданские здания. М., 1987.

Морозов А. П., Василенко О. В., Миронков Б. А. Пространственные конструкции общественных зданий. Под ред. *А. П. Морозова.* Л., 1977.

Отто Ф. Висячие покрытия. М., 1960.

Отто Ф. и Шлейер К. Тентовые и вантовые конструкции. М., 1979.

Попов А. Н., Казбек-Казиев З. А., Файбишенко В. К. Современные пространственные конструкции. «Знание», серия «Строительство и архитектура», № 12. М., 1976.

Пчельников К. П. Сборные подвесные потолки современных общественных зданий. М., 1978.

Руководство по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий. М., 1979.

Рюле Г. Пространственные конструкции. Т. 1 и 2. М., 1973.

Строительные конструкции. Под ред. *И. А. Симвулиди.* М., 1971

Трепененков Р. И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий. М., 1980.

Трущев А. Г. Пространственные металлические конструкции. М., 1983.

Шерешевский И. А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. Л., 1979.

Шерешевский И. А. Конструирование гражданских зданий. Л., 1981.

Шмидт Л. М., Жаворонков П. Б., Бакума Н. П. Многофункциональные подвесные потолки гражданских зданий. М., 1982.

Шубин Л. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Промышленные здания. Т. 5. М., 1986.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Анкер 182, 193, 239
Антисейсмические мероприятия 329
Арка 133
Арочная перемычка 56
Армокаменная перемычка 58
Асбестоцементная кровля 103
Асбестоцементные листы 103, 312
— плиты 305

Б

Балка 88, 129
Балкон 242
Безригельный каркас 232
Бетонная подготовка 318
Бетонные конструкции 65
Блок крупный 30, 61, 66, 163, 193
— легкобетонный 163, 194
— объемный 30, 213
— фундаментный 48, 325
Блок-секция 195
Блок-контейнер 81
Большепролетная конструкция 13, 113
Брандмауэр 17
Бревна 68
Брус 71
Брусчатый дом 71

В

Вальма 94
Вантовая ферма 150
Венец сруба 69
Веранда 108
Взаимозаменяемость изделий 19
Витраж 255
Витрина 255
Висячие системы покрытий 150
Влагостойкость 70, 276
Влажность воздуха 37
— конструкций 37
Водонепроницаемость 41
Водосток 107, 112
Водосточная труба 107
Воздействие силовое 24, 29
— тепловое 36, 187
Воздухоопорная конструкция 158
Воздухопроницание 36, 77
Воронка водосточная 169
Ворота 282
Высота этажа 20, 180, 200

Г

Герметизация 238
Герметик 241
Гидроизоляция конструктивных элементов 50, 87
— конструкций покрытий 245, 298
— подвалов 50, 92
— стен 50, 88
Геометрическая неизменяемость 27
Гипары 144
Глубина заложения фундаментов 326
Горючесть 15
Грунт 47, 313, 321
Грунтовая вода 50, 319

Д

Деформации здания 32, 168, 322
— фундаментов 321, 322
Деформационный шов 35
— отсек 35
Дверь внутренняя 273, 276, 280
— наружная 273, 277
— балконная 255, 273, 279
Дверной блок 11, 273
Диафрагма жесткости 28
Долговечность конструкций 15

Ж

Желоб 107
Жесткость здания 27
Жилой дом 15
Жилищное строительство 177

З

Закладная деталь 203, 242
Замораживание грунтов 324
Замачивание грунтов 321
Затяжка 136
Звук 38
Звукоизоляция 38, 274, 307, 311
Здание жилое 8, 188
— производственное 217, 240
— массового строительства 14

И

Изделие строительное 9
Импост окна 258
Индустриализация 18, 179

К

Каменная кладка 52, 191, 244
Камень естественный 54, 208
Капитальность здания 16, 177
Каркас арматурный 197
— здания 25, 72, 178, 198
Каркасный остов 25, 122, 178, 225

Карниз 59, 193
Каталог строительных изделий 181, 227
Кессонирование 192
Кирпичная кладка 52, 244
Кирпичные стены 52
Класс строительных материалов 294, 300
Конек крыши 94
Кобылка стропил 94
Косоур лестничного марша 247
Кран подвесной 112
— опорный 112
Кривизна 140
Колонна 24
Комбинированный несущий остов 25
Конструктивный размер 21
— элемент 9
Конструкции несущие 10, 24
— ограждающие 10, 36
Конструктивная система 25, 70, 230
Кровля 11, 94
Крыша 11, 245
Крыльцо 110
Купол 142

Л

Лежень 97
Лестница конструкции 246
— детали 111, 248
— деревянная 111
Лестничная клетка 11, 216, 246
— площадка 212
Лифт 251
Лоджия 242

М

Малоэтажное строительство 42, 68
Мансарда 8, 95
Марш лестничный 216, 247
Мембранные конструкции покрытий 151
Межферменный этаж 228
Метод подъема покрытий 187
Модуль 18, 73, 180
Модульная координация размеров 18, 73
Монолитные конструкции 31, 184
Морозостойкость 298
Мостики холода 38

Н

Нагрузка 295, 300
Надежность 14
Накат 88
Настил 89, 183, 296
Наслойные стропила 96
Несущий остов зданий 11, 24, 68, 188, 217
Несущая способность 182

О

Оболочки покрытий 139
Ограждение балконов 243
— лестниц 249
— крыш 321
Огнестойкость 15
Окна 263
Оконный блок 11, 258
Осадка 32
Основание 10, 16, 323
Отсек деформационный 33

П

Пандус 250
Панель стеновая 12, 30, 76, 188, 240
Парапет 59
Пароизоляция 75, 87, 240
Перегородка 286
Перекрытие — междуэтажное 11, 87, 181, 203, 233
— чердачное 11, 87
— безбалочное 233, 256
Переплет оконный 241, 257
Первые этажи зданий 211
Перекрестные системы 137
Пластмассы 81
Плиты перекрытий 188, 293, 300
— покрытий 246, 297, 300
Плоскостные конструкции 127
Перемычки 24, 56
Подвал 8, 50
Подполье 87, 88
Подвесной потолок 11, 305
Подкос 96
Подкрановая балка 125
Пол 91, 312
Полотно дверное 258, 279
Подошва фундамента 46
Покрытие здания 11, 166
Пневматическая конструкция 158
Привязка конструктивных элементов 22, 118, 225
Продольная стена 191
Пролет 20
Просадочный грунт 333
Пространственные конструкции 138

Р

Разбивочная ось 21
Рама 26, 133
Распорные конструкции 127
Раствор строительный 53
Ригель 203, 296
Ростверк 325
Рубероид 106
Рулонная кровля 106, 245
Рядовая перемычка 56

С

Свая 49, 328
Связь решетчатая 27, 125
Связевая схема 27, 125
Светопрозрачное ограждение 11, 255
Своды 135
Сейсмичность 333
Сейсмостойкость 333
Секция типовая 116
Скат крыши 93
Складчатые конструкции 151
Слуховое окно 94
Сруб 69
Стандартизация 18

Стена — внутренняя 304
— наружная 163, 235
— навесная 24, 163
— подпорная 11, 24
Стальная кровля 103
Стеклопакет 276
Стеклопрофилит 276
Стеновой остов 25
Стремянка 249
Стойкость материалов 15
Стык 189, 197
Строительная система 178
Строительные конструкции 95
Стяжка 313, 318

Т

Тамбур 108
Тентовые конструкции 158
Теплоустойчивость 36
Теплопроводность 36
Тепловая инерция 36
Терраса 108
Тетива лестничного марша 111, 247
Типизация в строительстве 18, 170, 195
Тимпан фронтона 94
Требования к конструкциям 181, 274, 281, 312
Требования к зданиям 14
Трос 156

У

Узел лестнично-лифтовой 197
Унификация 19, 116, 179
Устойчивость здания 27, 178
Утеплитель 73

Ф

Фахверк 127
Ферма покрытия 128, 132
Фонарь световой 112, 169, 174
— аэрационный 170
Фрамуга окна 258
Фризовая ступень 247
Фронтон 94
Фундаменты 10, 46, 324
Фундаментные балки 49, 324
— блоки 325

Ц

Цоколь здания 56
Цокольный этаж 8

Ч

Черепица 104
Черепичная кровля 104, 245
Чердак 9, 93, 245
Чердачное перекрытие 9, 88, 109, 245

Ш

Шаг 20
Шахта лифта 168
Шифер 105
Шов деформационный 35, 168, 206, 320
— кладки 60
— осадочный 34
— температурный 33, 206
Шум воздушный 87
— ударный 87, 313

Щ

Щитовой дом 77
Щипец здания 94

Э

Экономичность решений 8
Эркер 242
Эскалатор 253
Этаж технический 8
Этажерка 8

Я

Ядро жесткости 25, 195, 201, 209

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 5

Введение 6

Раздел I. Основы проектирования архитектурных конструкций зданий 8

Глава I. Общие сведения 8

I.1. Здания и их элементы, основные понятия и определения . . 8
I.2. Классификация зданий 12
I.3. Основные требования, предъявляемые к зданиям и их элементам 14
I.4. Типизация и стандартизация в строительстве. Модульная координация размеров, основные положения . . . 18

Глава II. Общие принципы проектирования несущих и ограждающих конструкций зданий 23

II.1. Общие принципы проектирования несущего остова и его элементов 23
II.2. Выбор материалов несущего остова 30
II.3. Членение зданий на деформационные отсеки, решения деформационных швов . . 32
II.4. Ограждающие конструкции, требования к ним. Методология их проектных решений . . 36

Раздел II. Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий 42

Глава III. Общие сведения 42

III.1. Элементы малоэтажных жилых зданий и требования к ним 42
III.2. Классификация несущих остовов, жесткость и устойчивость остовов малоэтажных зданий 44

Глава IV. Фундаменты малоэтажных жилых зданий 46

IV.1. Конструктивные решения фундаментов 46
IV.2. Защита малоэтажных жилых зданий от влаги грунтов . . 50

Глава V. Остовы малоэтажных зданий со стенами из каменных материалов 51

V.1. Остовы со стенами из мелких камней, детали 52
V.2. Остовы со стенами из крупных блоков, детали 61
V.3. Остовы со стенами из монолитного бетона и местных материалов 65

Глава VI. Несущие остовы из дерева 68

VI.1. Бревенчатые и брусчатые стены 68
VI.2. Стены с деревянным каркасом 72
VI.3. Стены из деревянных панелей . .

Глава VII. Остовы с применением металла и пластмасс . . . 81

VII.1. Малоэтажные здания из облегченных панелей 81
VII.2. Каркасно-панельные малоэтажные здания 83
VII.3. Малоэтажные здания из объемных блоков 85

Глава VIII. Перекрытия и полы . . 86

VIII.1. Требования к перекрытиям междуэтажным, чердачным, над подпольем, над подвалом 86
VIII.2. Типы перекрытий из мелкоразмерных элементов . . . 89
VIII.3. Полы 91

Глава IX. Крыши и кровли зданий малой и средней этажности 93

IX.1. Скатные крыши и чердаки. Общие сведения 93
IX.2. Стропильные конструкции . . . 95
IX.3. Кровли 102

Глава X. Элементы малоэтажного строительства 108

X.1. Веранды, террасы, тамбуры . . 108
X.2. Внутренние деревянные лестницы 111

Раздел III. Архитектурные конструкции одноэтажных производственных и гражданских зданий 112

Глава XI. Общие положения . . . 112

XI.1. Общие сведения об одноэтажных зданиях 112
XI.2. Особенности проектирования производственных и гражданских одноэтажных зданий. Основные требования к ним 115
XI.3. Основы проектирования одноэтажных зданий. Унификация, схемы решений 116

Глава XII. Несущие остовы одноэтажных зданий с применением плоскостных и пространственных конструкций покрытий 120

XII.1. Системы несущих остовов . . 120
XII.2. Элементы несущего остова одноэтажных производственных зданий (колонны, подкрановые балки, связи, колонны фахверка) 122
XII.3. Покрытия одноэтажных зданий. Общие сведения . . . 127
XII.4. Безраспорные плоскостные несущие конструкции покрытий. Балки и фермы 128
XII.5. Распорные плоскостные конструкции 133
XII.6. Перекрестные системы . . . 137
XII.7. Тонкостенные пространственные конструкции 139
XII.8. Висячие системы покрытий . . 147
XII.9. Пневматические и тентовые покрытия 158

Глава XIII. Элементы одноэтажных зданий 162

XIII.1. Стеновые ограждения отапливаемых и неотапливаемых зданий 162
XIII.2. Совмещенные покрытия отапливаемых и неотапливаемых зданий 166
XIII.3. Фонари 169

Раздел IV. Архитектурные конструкции многоэтажных зданий . . 177

Глава XIV. Общие сведения . . . 177

XIV.1. Общие требования, предъявляемые к многоэтажным зданиям 177
XIV.2. Типы несущих остовов многоэтажных зданий. Обеспечение их устойчивости и жесткости 178
XIV.3. Унификация и индустриализация решений в многоэтажном промышленном и гражданском строительстве . . . 179
XIV.4. Требования к перекрытиям, принципиальные схемы их решений 181
XIV.5. Монолитный железобетон в конструкциях многоэтажных зданий 184

Глава XV. Несущие остовы гражданских многоэтажных зданий 188

XV.1. Стеновой остов 188
XV.2. Каркасный остов 198
XV.3. Каркасно-стеновой остов . . . 210
XV.4. Здания с применением объемных блоков 213

Глава XVI. Несущие остовы многоэтажных производственных зданий 217

XVI.1. Особенности проектирования многоэтажных производственных зданий 217
XVI.2. Основные типы и конструктивные системы несущих остовов многоэтажных производственных зданий . . 221
XVI.3. Каркасы зданий с большими пролетами 227

XVI.4. Конструктивные системы перекрытий 230

Глава XVII. Стеновые ограждающие конструкции многоэтажных зданий 235

XVII.1. Наружные стены панельных жилых домов 235
XVII.2. Наружные стены каркасных зданий 238

Глава XVIII. Конструктивные элементы многоэтажных зданий . . 242

XVIII.1. Балконы, лоджии, эркеры, элементы покрытий 242
XVIII.2. Лестницы, пандусы, строительные элементы подъемно-транспортного оборудования 246

Глава XIX. Светопрозрачные вертикальные конструкции . . . 255

XIX.1. Виды ограждений, требования к ним 255
XIX.2. Принципы проектирования светопрозрачных ограждений в переплетах 256
XIX.3. Конструкции окон, витражей и витрин 263
XIX.4. Конструкции светопрозрачных беспереплетных ограждений 270

Глава XX. Двери и ворота 273

XX.1. Понятия, терминология, классификация. Методика проектирования дверей 273
XX.2. Примеры, конструктивные решения наружных и внутренних дверей 276
XX.3. Применение стандартных изделий в массовом строительстве 281
XX.4. Ворота 282

Глава XXI. Перегородки 286

XXI.1. Требования к перегородкам, их виды 286
XXI.2. Стационарные перегородки . . 286
XXI.3. Сборно-разборные перегородки 290
XXI.4. Трансформируемые перегородки 290

Глава XXII. Сборные крупноразмерные изделия перекрытий и покрытий 293
XXII.1. Изделия для массового гражданского строительства . . 293
XXII.2. Изделия для промышленного строительства 298
Глава XXIII. Подвесные потолки . . 305
XXIII.1. Основы проектирования . . 305
XXIII.2. Детали 308
Глава XXIV. Полы 312
XXIV.1. Проектные решения . . . 312
XXIV.2. Конструктивные решения . . 313

Раздел V. Основные сведения об основаниях, фундаментах, о строительстве в районах с особыми условиями 321

Глава XXV. Основания и фундаменты 321
XXV.1. Сведения о работе грунта под нагрузкой 321
XXV.2. Виды грунтов и их важнейшие характеристики 321
XXV.3. Искусственные основания . . 323
XXV.4. Основы проектирования фундаментов 324

Глава XXVI. Строительство зданий в районах с особыми условиями 329
XXVI.1. Строительство в сейсмических районах 329
XXVI.2. Строительство на Крайнем Севере и в условиях жаркого климата 330
XXVI.3. Строительство в районах с просадочными грунтами и на подрабатываемых территориях 333

Заключение 335
Литература 336
Предметный указатель 337

Учебное издание

Зураб Александрович Казбек-Казиев, Виталий Васильевич Беспалов,
Юрий Абрамович Дыховичный, Владимир Николаевич Карцев,
Тамара Ивановна Кириллова, Ольга Викторовна Коротко,
Александр Николаевич Попов, Андрей Александрович Савченко,
Юрий Львович Сопоцько

Архитектурные конструкции

Редактор *Л.К. Олейник*
Технический редактор *В.М. Романова*

Подписано в печать 10.02.2006. Формат 70×100 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. 27,95. Уч.-изд. л. 28,75.
Тираж 2000 экз. Изд. № А-177. Заказ № З-132.

ООО Издательство «Архитектура-С»
107031, Москва, ул. Рождественка, 11
Отдел реализации (495) 928-51-64
E-mail: sankinall@mtu-net.ru

Отпечатано в ОАО ПИК «Идел-Пресс» в полном
соответствии с качеством предоставленных материалов.
420066, г. Казань, ул. Декабристов, 2

ISBN 5-9647-0086-1

